

Jukka Heikkinen

Palonkestävät sähköasennukset ja suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

2.12.2012

Tekijä Otsikko	Jukka Heikkinen Palonkestävät sähköasennukset ja suunnittelu
Sivumäärä Aika	38 sivua + 3 liitettä 2.12.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Torsti Viilo projektipäällikkö Marko Taberman
<p>Tässä insinöörityössä selvitettiin palonkestäville johtojärjestelmille asetetut standardien mukaiset toimintakyky-, suojaus- ja asennusvaatimukset, ja laadittiin niiden perusteella palonkestävien sähköasennusten suunnitteluohje. Työssä tarkasteltiin yksityiskohtaisesti kaikkien palonkestävään johtojärjestelmään kuuluvien osakokonaisuuksien vaatimuksia ja esitettiin toimivia ja vaatimukset täyttäviä ratkaisuja.</p> <p>Työtä varten selvitettiin uusitun turvajärjestelmiä ja palonkestäviä johtojärjestelmiä koskevan SFS 6000 -standardin vaatimukset, joista yhdessä lakien, määräysten ja asetusten kanssa koottiin kattava raportti palonkestävistä johtojärjestelmistä. Työssä selvitettiin palonkestävien asennustarvikkeiden, tapojen ja suunnitteluvaiheiden ja -vastuun lisäksi kaikki turvajärjestelmiä koskevat vaatimukset. Näistä tiedoista koostettiin keskeisimmät ja hyödyllisimmät tiedot suunnitteluohjeeseen.</p> <p>Palonkestävien sähköasennusten keskeisimmäksi vaatimukseksi osoittautui se, että palonkestävän järjestelmän jokaisen osan on oltava palonkestävä, toimittava vaadittavan ajan ja oltava asennettu palonkestävälle alustalle. Tätä perusvaatimusta mukaillen standardeissa ja määräyksessä käydään läpi minimivaatimukset koko järjestelmän osalta. Nämä standardien minimivaatimukset on suunnittelijan toimesta pyrittävä täyttämään vaativammassakin kohteessa laitevalmistajien esittämien ratkaisujen perusteella.</p> <p>Mittavasta lähdeaineistosta saatiin kerättyä tärkeimmät tiedot, ja laadittua niistä toimiva kokonaisuus palonkestävien johtojärjestelmien suunnittelun tueksi. Työn avulla suunnittelijoiden on helppo perehtyä palonkestävien johtojärjestelmien suunnitteluun, vaikka aikaisempaa kokemusta aiheesta ei olisi. Suunnitteluohjeen avulla jo aiheeseen perehtyneen suunnittelijan työ nopeutuu ja työtaakka pienenee.</p>	
Avainsanat	palonkestävät sähköasennukset, turvajärjestelmät, sähkösuunnittelu

Author Title	Jukka Heikkinen Fireproof electrical installations and planning
Number of Pages Date	38 pages + 3 appendices 2 December 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Torsti Viilo, Principal lecturer Marko Taberman, Project manager
<p>The purpose of the final year project was to study the requirements for fireproof electrical installations in buildings and to explain how to obtain a sufficient level of functionality with the protection and installation determined by the standards of low voltage electrical installations. In addition, a compact guide to fireproof electrical planning was to be created for designers to use as a guideline.</p> <p>For the project, the revised standard of low voltage electrical installations as well as the current law, regulations and specifications regarding the subject were studied. The information was then combined into a comprehensive study about fireproof electrical systems. The most essential information was then simplified to generate a planning guide for fireproof electrical systems.</p> <p>The results of the project showed that all fireproof installations require every single part of the system, as well as the base the system is installed onto, to be fireproof. The standards and requirements for fireproof electrical installations mainly define the principal guidelines and minimum requirements which then can be fulfilled in many ways, usually defined by the manufacturers of the accessories.</p> <p>In conclusion, this study was important for designers in terms of learning all the new requirements of fireproof electrical installations. Also, with the planning guide they can ease their workload and speed up the design process.</p>	
Keywords	fireproof electrical installations, electrical planning, safety systems

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lait, asetukset, määräykset, standardit ja ohjeet	2
3	Yleisiä määritelmiä	3
3.1	Paloluokat ja palonkestoisuus	3
3.1.1	Paloluokkamerkinnot	3
3.1.2	Rakennusmateriaalien luokitus	3
3.1.3	Kaapelien paloluokat	4
3.2	Turvajärjestelmät	5
4	Palonkestävät sähköasennukset	5
4.1	Palonkestävä johtojärjestelmä	5
4.1.1	Kaapelit	5
4.1.2	Kaapelihyllyt	7
4.1.3	Johtokanavat	10
4.1.4	Liitäntä- ja jakorasiat	11
4.1.5	Kaapelikiinnikkeet	12
4.2	Asennustavat	15
4.2.1	Uppoasennus	16
4.2.2	Roiloasennus	16
4.2.3	Palosuojaus rakennusteknisillä ratkaisuilla	16
4.2.4	Uloskäytävien sähköasennukset	16
4.3	Keskukset ja koteloinnit	17
4.4	Dokumentointi ja merkintä	19
4.4.1	Dokumentointi	19
4.4.2	Merkintä	19
5	Turvajärjestelmät uudessa standardissa	20
5.1	Yleistä	20
5.2	Turvajärjestelmäkäyttöjä erityisvaatimuksilla	20
5.2.1	Palotilanteissa toimivaksi tarkoitetut turvajärjestelmät	21
5.2.2	Syötön automaattinen poiskytkentä sähköiskulta suojaamisessa	21
5.2.3	Vika ohjaus- tai väyläjärjestelmässä	21

5.3	Turvajärjestelmien sähköiset tehonlähteet	21
5.3.1	Erityisvaatimuksia rinnan toimiville ja toimimattomille tehonlähteille	22
5.3.2	Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät	23
5.3.3	Pienen tehonsyötön järjestelmät	23
5.3.4	Katkeamattoman tehonsyötön järjestelmät (UPS)	23
5.3.5	Generaattorit turvajärjestelmien tehonlähteenä	24
5.4	Turvajärjestelmien piirit	24
5.4.1	Yleistä	24
5.4.2	Suojaus sekä kytkin- ja ohjauslaitteet	25
5.4.3	Asennus	26
5.4.4	Dokumentointi	26
5.5	Akkuasennukset	27
5.6	Johtojärjestelmät	27
5.6.1	Yleistä	27
5.6.2	Kaapelointi ja asennus	27
5.6.3	Tasasähkölähteet	28
5.6.4	Turvajärjestelmien ohjaus- ja väyläjärjestelmät	28
5.7	Poistumisvalaistus	28
5.7.1	Yleistä	28
5.7.2	Tehonsyöttö	29
5.7.3	Suojaus sekä kytkin- ja ohjauslaitteet	29
5.7.4	Toiminta	30
5.8	Palosuojauslaitteistot	31
6	Suunnittelu	31
6.1	Suunnittelun vaiheet	31
6.1.1	Ehdotussuunnittelu	31
6.1.2	Yleissuunnittelu	32
6.1.3	Rakennuslupatehtävät	33
6.1.4	Toteutussuunnittelu	34
6.2	Vastuu	34
7	Suunnitteluohje	35
8	Pohdinta	36
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. Palonkestävien sähköasennusten suunnitteluohje

Liite 2. Mallikuva, turvajärjestelmäkeskuksen syöttö ennen pääkeskuksen pääkytkintä

Liite 3. Mallikuva, turvajärjestelmäkeskuksen rakenne

1 Johdanto

Vuonna 2011 pelastuslaitosten tietoon tulleiden tulipalojen lukumäärä oli 14 800. Näistä rakennuspaloja oli 6000. Vaikka tulipalojen määrä on edellisvuosiin verrattuna hieman laskenut, on jo suunnitteluvaiheessa tärkeää ottaa huomioon rakennuksen paloturvallisuus, niin sähkö- kuin muissakin asennuksissa ja materiaaleissa.

Vuoteen 2012 asti standardeissa on määritelty tarkasti kaapeleiden palonkestoisuusvaatimukset, mutta muiden asennustarvikkeiden ja -tapojen palonkestoisuutta ei. Tämä aiheutti sen, että esimerkiksi savunpoistoluukkuja saatettiin ohjata paloa kestämillä kaapeleilla, joka aiheuttaa suuren riskin toimintavarmuuteen. Vuoden 2012 aikana standardeihin on kuitenkin tullut muutoksia. Uudet standardit sisältävätkin palonkestävien johtojärjestelmien sekä palon aikana toimivaksi tarkoitettujen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tekniset kokonaisvaatimukset ja asennusohjeet.

Tämän insinöörityön tarkoituksena on käydä läpi rakentamismääräyskokoelmassa E1 sekä pienjännitesähköasennuksia koskevassa SFS 6000 -standardisarjassa vaaditut, palonkestäville johtojärjestelmille asetetut, toimintakyky-, suojaus- ja asennusvaatimukset siltä osin kuin sellaisia laite- ja järjestelmäkohtaisissa säädöksissä vaaditaan. Työssä ei ole tarkoituksena pintaraapaisua enempää perehtyä siihen, miksi tarvitaan palonkestäviä sähköasennuksia, eikä siihen, mitä ovat turvajärjestelmissä käytetyt laitteet ja niiden käyttötarkoitukset. Palonkestäviä sähköasennuksia voidaan tarvita muissakin kuin turvajärjestelmissä. Työ jakaantuukin ikään kuin kahteen osaan, joista ensimmäiseen olen selvittänyt yleisimpien, palonkestävissä järjestelmissä tarvittavien, asennuskomponenttien asennus-, sijoitus- ja materiaalivaatimuksia. Toisessa osassa, eli luvussa 5, olen selvittänyt hieman tarkemmin nimenomaan turvajärjestelmiä koskevia vaatimuksia. Tätä työtä käytettäessä onkin hyvä katsoa luvusta 5 jonkin tietyn turvajärjestelmän osalta tarkat vaatimukset ja sen jälkeen soveltaa vaatimukset mielessä pitäen luvun 4 ohjeita.

Lisäksi työn tuloksena syntyi Hepacon Oy:n sähkösuunnittelijoiden käytettäväksi tiivistetty suunnitteluohje, jonka avulla uskon suunnittelijoiden työn nopeutuvan ja virheiden määrän suunnitelmissa vähenevän.

2 Lait, asetukset, määräykset, standardit ja ohjeet

Suomessa sähköalaa säädellään hyvin tarkasti erilaisten noudatettavien lakien, asetusten, määräysten, standardien ja ohjeiden avulla. Suomen säädöskokoelmassa on julkaistu yli sata sähköalaan liittyvää lakia, asetusta ja valtioneuvosten sekä eri ministeriöiden päätöstä, jotka liittyvät sähkölaitteiden turvallisuuteen, työturvallisuuteen, työsuojeluun ja rakennustoimintaan.

Insinööritoimintoihin ja palonkestäviin sähköasennuksiin liittyviä tärkeitä lakeja, asetuksia, määräyksiä, standardeja ja ohjeita ovat muun muassa:

- Sähköturvallisuuslaki (410/1996, muutokset 634/1999, 893/2001, 913/2002, 220/2004, 1465/2007, 1072/2010)
- Pelastuslaki (379/2011)
- Sisäasiainministeriön asetus rakennuksen poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta (805/2005)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma E1, Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2011
- Suomen rakentamismääräyskokoelma A2, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet 2002
- Palonkestäviin johtojärjestelmiin liittyvä standardiehdotus, prEN 1366-11, Fire protective systems for cable systems and associated components
- Pienjännitesähköasennuksia koskevan SFS 6000 –standardisarjan kohta SFS 6000-1, 133.1
- ST 51.17. Sähkökaapelit ja paloturvallisuus
- ST 51.18.02. Sähköläpivientien eristäminen
- ST 51.36. Sähkö- ja teleasennusten paloturvalliset ratkaisut uloskäytävissä
- ST 51.06 Palonkestävä johtojärjestelmä sekä palon aikana toimiviksi tarkoitetut sähkö- ja tietotekniset järjestelmät
- ST 59.10. Turvavalaistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu.

3 Yleisiä määritelmiä

3.1 Paloluokat ja palonkestoisuus

Rakennukset, rakennusosat ja rakennustarvikkeet jaetaan palonkestoisuutensa perusteella paloluokkiin. Eri materiaaleille ja rakennusosille on olemassa omat testausstandardinsa, joiden perusteella rakennusosat ja rakennustarvikkeet luokitellaan EN-standardien mukaisesti. [1.]

3.1.1 Paloluokkamerkinnot

Sähköjärjestelmien paloluokkamerkinnoissa kirjaimella E tarkoitetaan tiiviyttä, eli tulipalon pidätyskykyä, ja kirjaimella I eristävyyttä, eli tulipalon lämmöneristyskykyä, minuutteina. Esimerkkinä seinissä merkintä EI90 kertoo seinän suojaavan toisella puolella olevaa tilaa vähintään 90 minuutin ajan lämpötilan nousua ja savukaasuja vastaan. [1.]

Merkintä E90 palonkestävässä johtojärjestelmässä, esimerkiksi turvavalaistuksen syötössä, tarkoittaa testaamalla todettua sähkönsyötön toimintakykyä vähintään 90 minuutin ajan. Toisena esimerkkinä paloluokan I90 palosuojakanava suojaa ympäristöä kanavan sisäisen kaapelipalon kuumuudelta ja savulta 90 minuutin ajan. [2.]

Rakennusosien paloluokkamerkinnoissa on E- ja I-luokan lisäksi käytössä R-luokka, joka kuvaa rakennusosan kantavuutta [1].

Kokonaiset rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan: P1, P2 ja P3. Rakennukset jaetaan näihin luokkiin rakennuksen kantavien rakenteiden keston, koon ja henkilömäärän sekä käyttötarkoituksen mukaan. P1 on luokista kestävin ja P3 heikoin. [1.]

3.1.2 Rakennusmateriaalien luokitus

Rakennusmateriaalit luokitellaan kirjain- ja numeroyhdistelmillä sen mukaan miten ne osallistuvat paloon ja käyttäytyvät palon aikana. Materiaalit jaetaan pääluokkiin A1–F, sekä lisämääreisiin s1, s2, s3, d0, d1 ja d2. Lisämääreitä käytetään luokkien A2–D kanssa. Lisämääreet s1, s2 ja s3 kertovat tuotteen savunmuodostusominaisuuksista ja

lisämääreet d0, d1 ja d3 kertovat puolestaan tuotteen taipumuksesta muodostaa palavia pisaroita. [1.]

Taulukossa 1 kokonaisuudessaan esitetyt rakennusmateriaalien luokitukset on tärkeä tietää palonkestävien johtojärjestelmien asennustarvikkeita valitessa.

Taulukko 1. Rakennusmateriaalien luokitukset [1; 2].

A1	Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon
A2	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu
B	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu
C	Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti
D	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä
E	Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä
F	Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty
s1	Savuntuotto on erittäin vähäistä
s2	Savuntuotto on vähäistä
s3	Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia
d0	Palavia pisaroita tai osia ei esiinny
d1	Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti
d2	Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia

3.1.3 Kaapelien paloluokat

Kaapeleita valitessa saattaa myös törmätä kaapeleiden paloluokkiin F1, F2, F3 ja F4. Yksinkertaistetut kaapeleiden paloluokat esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kaapeleiden paloluokat [3].

F1	Yksittäinen kaapeli levittää paloa
F2	Yksittäinen kaapeli on paloa levittämätön
F3	Yksittäinen kaapeli on paloa levittämätön
F4	Käytetään tiloissa, joissa vaatimuksena on palon leviämisen estäminen.

3.2 Turvajärjestelmät

Turvajärjestelmillä tarkoitetaan sellaisia tulipalon ja sähkökatkon aikana toimiviksi tarkoitettuja sähkö- ja tietoteknisiä järjestelmiä, joilla on suuri merkitys niin henkilöturvallisuuden kannalta, kuin ympäristöön ja materiaaleihin kohdistuvien vahinkojen välttämiseksi. Turvallisuusjärjestelmät tulee suunnitella ja asentaa käyttäen sellaisia menetelmiä ja tarvikkeita, että järjestelmien toimintakyky säilyy niille määritellyn tarvittavan ajan. Tällaisia järjestelmiä ovat poistumistievalaistus, pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit, hälytys- ja evakuointijärjestelmät, varavoima-, savunpoisto ja palopumppuasennukset sekä muut toiminnot, jotka on määritetty rakennuksen haltijan tai viranomaisten toimesta. [4, s. 339–340.]

4 Palonkestävät sähköasennukset

Tässä luvussa käydään läpi palonkestävien sähköasennusten oikeaoppinen ja hyvä asennustapa ja materiaalien valinta niin, että ne täyttävät standardien ja lakien asettamat vaatimukset. Tarkoitus ei ole käydä läpi vaatimuksia eri tilojen tai kohteiden palonkestävyysvaatimuksista vaan kertoa, miten ja millaisilla tarvikkeilla asennukset tulee suorittaa, jos sellaisia vaaditaan.

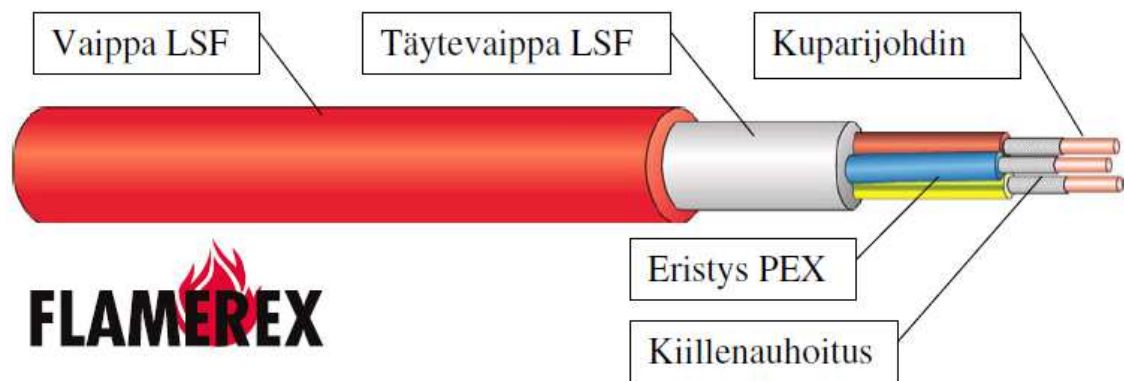
4.1 Palonkestävä johtojärjestelmä

Johtojärjestelmällä tarkoitetaan sitä kokonaisuutta, joka muodostuu kaapeleista, asennus- ja suojaustarvikkeista sekä muista osista, jotka kiinnittävät ja suojaavat kaapelit ja virtakiskot teholähteeltä kulutuskojeen liittimille saakka. [4, s. 346-346.]

4.1.1 Kaapelit

Palonkestävät kaapelit merkitään FRHF-etuliitteellä, joka tulee sanoista Fire Resistant Halogen Free, tarkoittaen palonkestävää halogeenitonta kaapelia. Palonkestävät kaapelit erottaa silmämääräisesti useimmiten kuvan 1 mukaisesta, joko punaisen tai oranssin värisestä, ulkovaipasta. Halogeenittomien kaapeleiden tärkeimmät ominaisuudet vakio-kaapeleihin verrattaessa on muun muassa toimintakyvyn säilyttäminen tulipalossa, vähäinen savunmuodostus, vähäinen palon levittävyys ja halogeenittoman kaapelin tai-

pumus olla muodostamatta ympäristöä syövyttävää ja ihmisiä myrkyttävää savukaasua. [5; 6.]



Kuva 1. Reka FLAMEREX FRHF kaapeli [3].

Kaapelin valmistajat tekevät kaapeleillaan EN-standardien mukaiset tyyppitestit. Testeillä tarkastellaan kolmea eri kaapeleiden ominaisuutta, joita ovat

- palon eteneminen ja sammuvuus,
- savukaasujen ominaisuudet
- ja kaapelin toimintakyky palossa. [2.]

Palonkestävät kaapelit testataan standardin EN1363-1 mukaisella palokokeella, jossa kaapelit sisältävän polttokammion loppulämpötila nousee maksimissaan 1000 celsiusasteeseen 90 minuutin aikana. Palokokeen perusteella kaapelit voidaan yleisesti jakaa kolmeen eri kategoriaan, joita ovat

1. mineraalieristeiset, standardien EN 60702-1 ja EN 60702-2 mukaiset kaapelit, joiden tiedetään kestävän palokokeen lämpötilat 90 minuuttiin saakka.
2. keraamisesti suojatut kaapelit, joiden tiedetään kestävän palokokeen lämpötilat 90 minuuttiin saakka.
3. silikonipohjaiset kaapelit, joiden tiedetään kestävän palokokeen lämpötilat 30 minuuttiin saakka. [2.]

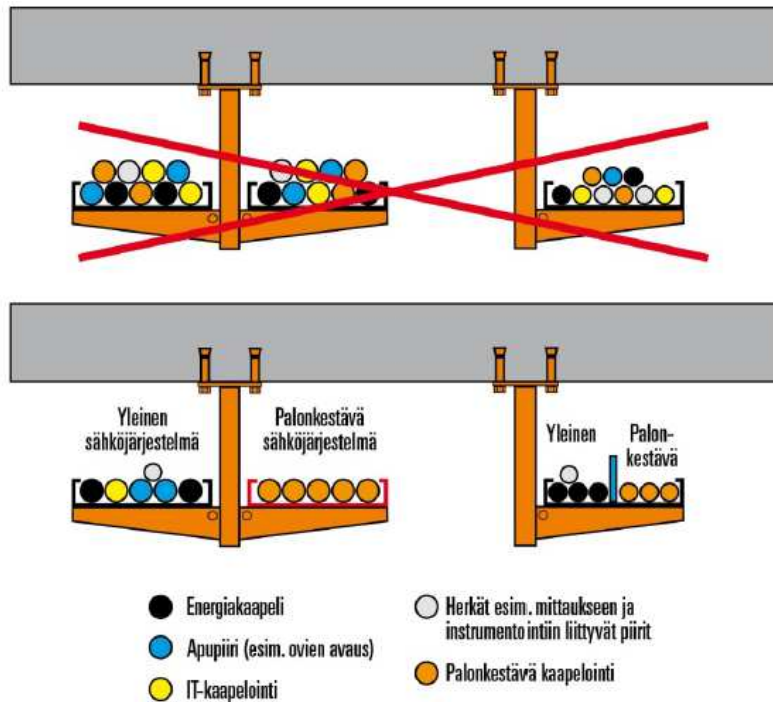
Ennen palonkestävien kaapeleiden valintaa on tärkeä selvittää, kuinka pitkä toiminta-aika järjestelmälle, mihin kaapeleita valitaan, on asetettu. Jos järjestelmän vaadituksi

toiminta-ajaksi on asetettu 90 minuuttia, ei sitä voida kaapeloida 30 minuuttia paloa kestäväällä silikonikaapelilla. Sen lisäksi kuormitusvirran määrittämisessä on otettava huomioon FRHF-kaapeleiden johtimien jatkuva käyttölämpötila, joka ei saa normaalissa käytössä nousta yli $+90\text{ }^{\circ}\text{C:n}$, eikä oikosulkutilanteessa yli $+250\text{ }^{\circ}\text{C:n}$. Näiden lisäksi on asennusvaiheessa kaapelia varattava riittävä pituus, jotta palonaikaiset rakenteiden muodonmuutokset eivät vaurioittaisi kaapelia. [2.]

4.1.2 Kaapelihyllyt

Palonkestäviä kaapelihyllyjä on eri tyyppisiä riippuen valmistajasta ja käyttötarkoituksesta. Yhteistä hyllyillä on kuitenkin se, että hyllyjärjestelmän toimittajan tulee ilmoittaa jokaiselle hyllytyypille suurin palonaikainen kuormitus hyllymetriä kohti, asennustukien välinen maksimiasennusväli sekä hyllylle asennettavien kaapeleiden kiinnitystarve. Yleensä valmistajan sivuilta voi suoraan katsoa taulukosta haluamansa paloluokan kaapelihyllyn, jolle on annettu hyllyleveyden ja seinäkannakkeen mukainen kuormitettavuus kilogrammoina metriä kohden. Jotta esimerkiksi paloluokan E90 kaapelihylly säilyttää toimintansa 90 minuuttia palon alkamisesta, on näitä kuormitusarvoja tärkeä noudattaa. [2.]

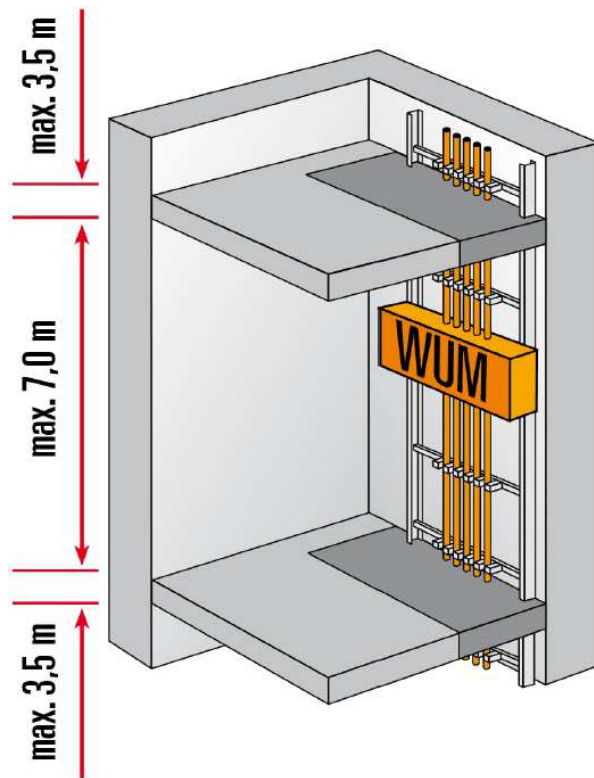
Suunnitteluvaiheessa on hyvä muistaa se, että palonkestäviä ja paloa kestäättömiä johtojärjestelmiä ja kaapeleita ei saa sijoittaa vierekkäin samalle kaapelihyllylle. Järjestelmät on erotettava toisistaan riittävän välimatkan tai väliseinän avulla, kuten kuvassa 2 on esitetty. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että joko molemmille järjestelmille on omat kaapelihyllynsä, tai sitten molemmat järjestelmät asennetaan tähän tarkoitettuun väliseinällä varustettuun kaapelihyllyyn. Väliseinällä varustetut kaapelihyllyn lisäksi voidaan asennus toteuttaa kaapelihyllylle sijoitettavalla palonkestävällä asennuskourulla. Normaalin sähkösyötön kaapelit asennetaan hyllylle normaalisti ja palonkestävät asennuskouruun. Tällaisessa asennuksessa on kuitenkin muistettava, että hyllyn on oltava myös palonkestävä, ei pelkän asennuskourun. [2; 4, s. 345.]



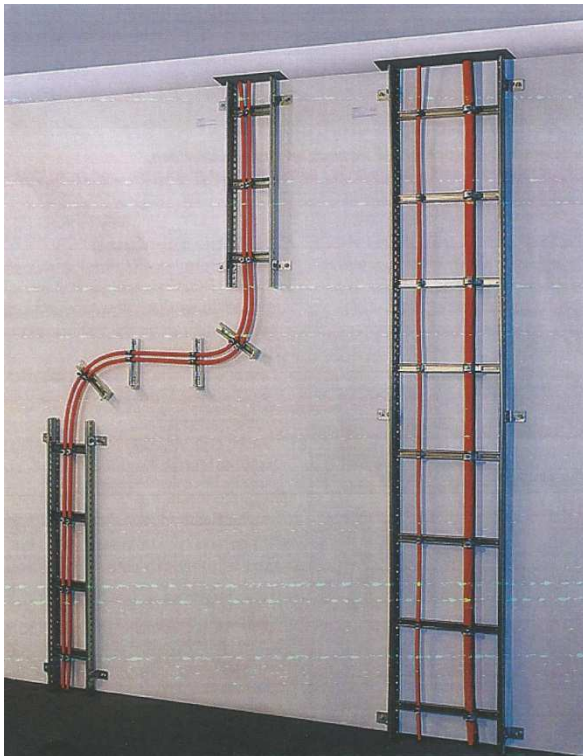
Kuva 2. Palonkestävien ja paloa kestäättömien kaapeleiden kaapelihyllyasennus [7].

Materiaaleina kaapelihyllyissä käytetään useimmiten terästä sen kestävyys takia. Alumiinihyllyjä ei juurikaan käytetä materiaalin lämmönkeston takia – alumiinihylly notkistuu huomattavasti aikaisemmin kuin teräksinen. Materiaalin lisäksi kaapelihyllyn tyyppiin on hyvä kiinnittää huomiota. Levyhylly sopii antamansa tuen takia palonkestävien järjestelmien asennuksiin parhaiten. Kaapeleihin kohdistuvan pistemäisen kuormituksen takia osa valmistajista edellyttää hyllyille asennettavien kaapeleiden valintaa testaustodistuksessa mainittujen kaapeleiden joukosta. [2.]

Jos kaapelihylly asennetaan pystysuoraan, saa kaapelin kiinnitysväli olla enintään 300 mm. Ja jos pystysuora kaapeliasennuksen osuus on pidempi kuin 3,5 metriä, tulee kaapeleiden kiinnitys ja suojaus varmistaa kuvassa 3 näkyvällä pystysuuntaisella asennuksen lisätuella (WUM) tai taivuttaa kaapeli vähintään 0,3 metrin vaakavetoon aina 3,5 metrin välein. Tämä sen takia ettei palonkestävä vetorasitus kasva liian suureksi ja romahduta kaapeleita alas hyllyltä. Kuvissa 3 ja 4 on esitettyä molemmilla tavoilla toteutetut hyväksytyt pystysuorat kaapeliasennukset. Kuvan 4 oikeanpuoleiset kaapelihyllyasennukset on toteutettu pystysuuntaista asennuksen lisätukea käyttäen, kun vasemmanpuoleisissa on kaapelivetoa taivutettu vaakaan 3,5 metrin välein. [2.]



Kuva 3. Pystysuoran kaapeliasennuksen lisäsuojaus [7].



Kuva 4. Pystysuorat kaapeliasennukset oikein toteutettuina [2].

Lisäksi kannattaa aina varmistaa kaapeleiden mahdollinen kiinnitystarve ja kiinnitysvälin maksimi pituus järjestelmätoimittajalta.

4.1.3 Johtokanavat

Palonkestävät johtokanavat tunnetaan myös palosuojakanavina, ja ne on myös testattu EN1363-1 standardin mukaisessa palolämpötilassa, jonka mukaan niille on valmistajan toimesta annettu EI-luokitus. Kanavia saa erikokoisina ja materiaaleina käytetään muun muassa lasikuituvahvisteista kevytbetonia, lasikuituvahvistettua kipsiä ja sinkittyä peltiä. Yleisemmin palosuojakanavia käytetään porraskäytävissä ja uloskäynneissä korjausrakentamisen yhteydessä. [2; 8.]

Palosuojakanavien yleisin käyttökohde on tavallisten, paloa kestäättömien, kaapeleiden suojaaminen. Tämä edellyttää sen, että valmistaja on testannut kanavan standardien mukaiseksi ja luovuttaa vastaavuusvakuutuksen EI-vaatimuksien ja lämpötilan nousun (maksimissaan +150 °C) täyttymisestä. [2.]

Palosuojakanavan sisällä kulkevat kaapelit tulee kiinnittää kanavan mukana tulevilla kaapelipidikkeillä siististi kanavan sisälle (kuva 5). Valmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua kanavaan asennettavaa kaapelimäärää (kilogrammaa metriä kohden) ei saa ylittää. Kanavien jatkamisessa syntyvät pienet raot tulee tiivistää siihen tarkoitetulla tiivistenauhalla. Isommat raot ja läpiviennit tiivistetään massalla. Itse kanava kiinnitetään valmistajan toimittamilla tai hyväksymillä ruuveilla tai kiinnikkeillä. Kanava voidaan asentaa seinään tai kattoon ja se voidaan käsitellä asennuksen jälkeen esimerkiksi maalaamalla. [2; 8.]



Kuva 5. Avoin palosuojakanava kaapelikannakkeineen [8].

4.1.4 Liitántä- ja jakorasiat

FRHF-kaapeleilla tehdyissä turvajärjestelmien sähkövedoissa näkee usein jako- ja liitántärasioina normaaleja paloa kestäättömiä rasioita. Suunnittelijat ja asentajat eivät ole ottaneet huomioon sitä, että normaali jakorasia saattaa hyvinkin nopeasti aiheuttaa katkoksia sähkönsyöttöön, oikosulun tai jopa sähköiskun vaaran kiinteistössä oleville henkilöille tai pelastushenkilökunnalle. Standardin mukaisesti testatuissa, useimmiten punaisissa tai oransseissa, rasioissa tätä vaaraa ei ole. [8.]

Jako- ja liitántärasiat luokitellaan ja valitaan myös tarvittavan toimintakykyä kuvaa-
van E-luokituksen perusteella. Yleisimmät luokitukset ovat E30, E60 ja E90. Materiaali-
na rasioissa käytetään muun muassa amino- ja duromuovia, sekä messinkiä. Messinkiä
voidaan käyttää vain paloluokan E30 järjestelmässä sen alhaisemman sulamispisteen
takia. [2; 8.]

Kaapelit liitetään rasiaan kalvo- tai holkkitiivistäillä. Holkkitiivistettä käytettäessä on
kaapelinvalmistajalta tarkistettava suurin kaapelille sallittu tiivisteen aiheuttama puris-
tusvoima. Rasian sisällä kaapelit kytketään kuvassa 6 näkyviin keraamisiin liittimiin,
joihin saa kytkeä vain niin monta johdinta, kuin valmistajan testauspöytäkirja sallii.
Normaalista 300 mm maksimikiinnitysvälistä poiketen, on rasiaan tulevat ja lähtevät
kaapelit kiinnitettävä ensimmäisen kerran jo noin 100 mm päähän rasiasta, jonka jäl-
keen noudatetaan normaalia maksimiasennusväliä. [2; 8.]

Palonkestävät jakorasiat tulee kiinnittää palonkestävään alustaan valmistajan toimitta-
milla tarvikkeilla, joita on muun muassa keraaminen kytkentälaatta ja betoniruuvit. [8.]



Kuva 6. OBO BETTERMANN FireBox, E90-paloluokiteltu jakorasia [8].

4.1.5 Kaapelikiinnikkeet

Katkeamattoman virransyötön lisäksi on tärkeää ettei kaapelit romahda alas asennuksistaan tulipalon sattuessa. Tämän takia palonkestävien kaapelikiinnikkeiden tyyppiin, materiaaleihin ja asennustapaan on tärkeä paneutua jo suunnitteluvaiheessa. Kiinnikkeinä on käytettävä standardin mukaisia E-paloluokan kiinnikkeitä tai muuten materiaailtaan palonkestäviin asennuksiin sopivia kiinnikkeitä, kuten esimerkiksi teräsputkea yksittäiselle kaapelille. [2.]

Kiinniketyyppinä palonkestävissä asennuksissa käytetään yleisimmin kaarikiinnikettä. Niitä on saatavilla joko yksittäisille kaapeleille ja kaapelinipuille tai kaarikiinnikekiskoihin, asennuskiskoihin ja kaapelihyllyihin tehtäviin asennuksiin. Yksittäisen kaapelin kiinnittämiseen tarkoitettuja kaapelikiinnikkeitä on esitetty kuvassa 7. [2; 8.]

Kaapelikiinnikkeet 2031M E90						
Tyyppi	Sisämitat mm	Paloluokka		Pakkaus kpl	OBO-nro	SSTL-nro
2031/M30	47x85	E90		25	2207036	1317426
2031/M70	90x112	E90		10	2207060	1317417

Kaapelikiinnikkeet 2031/M70 toimitetaan kiinnitysruuveineen MMS6x50.
Kuumasinkitty teräs FS 20...30 µm

Kaapelikiinnikkeet 733 E90						
Tyyppi	Kaapeleille D mm	Paloluokka		Pakkaus kpl	OBO-nro	SSTL-nro
733/11-13	11-13	E90		50	1361139	1339458
733/14-16	14-16	E90		50	1361163	1339459
733/17-19	17-19	E90		50	1361198	1339460
733/19-21	19-21	E90		50	1361201	1339461
733/21-23	21-23	E90		50	1361236	1339462
733/24-29	24-29	E90		50	1361295	1339463
733/30-38	30-38	E90		25	1361384	1339464
733/39-48	39-48	E90		25	1361481	1339465

Kuumasinkitty teräs, FS 20...30µm

Kuva 7. OBO BETTERMANN -kaapelikiinnikkeitä [8].

Kaapelikiinnikkeen saa kiinnittää vain toimittajan ilmoittamiin kaapelikiinnikekiskoihin asennuskiskoihin ja hyllyihin. Yleisesti kaikki kiinnikkeet pitää aina kiinnittää palonkestävään alustaan. Kuvassa 8 on esitetty tyypillinen kiinnikekisko ja kiskon kiinnitykseen sopiva betoniruuvi. [2; 8.]

Asennuskiskot E90							
Tyyppi	Materiaali mm	Paloluokka	Pituus m	Pinta	Pakkaus m	OBO-nro	SSTL-nro
1268SL2M	1,25	E90	2	FS	20	1104500	1462439
2068FL2M	1,5	E90	2	FT	20	1119656	1462243

Asennuskisko kaarikiinnikkeille; FS= kuumasinkitty teräs n. 20...30µm, FT= kuumasinkitty teräs 50...60µm

Betoniruuvi E90						
Tyyppi	Mitat mm	Paloluokka	Porareikä mm	Pakkaus kpl	OBO-nro	SSTL-nro
MMC6x50	6x50	E90	5	100	3498107	1462927

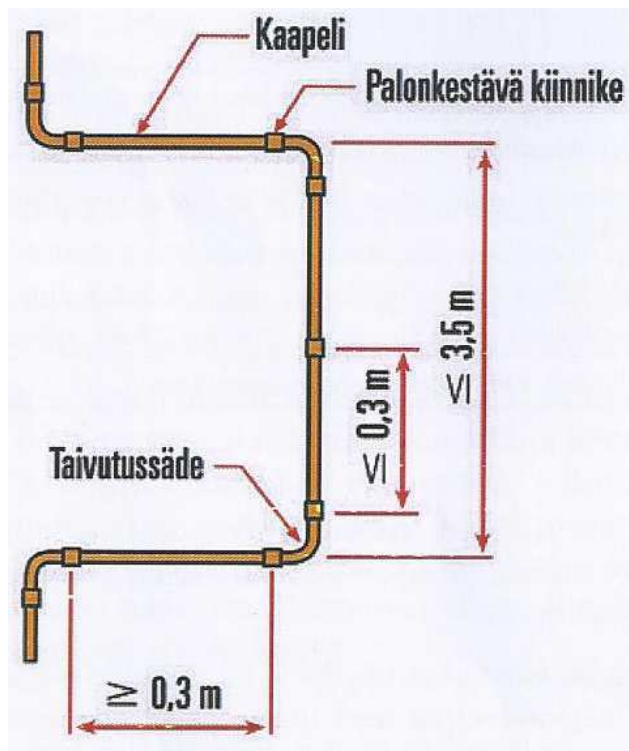
Sinkitty ja keltakromatoitu teräs GC

Kuva 7. OBO BETTERMANN -kaapelikiinnikkeitä [8].

Kaapelikiinnikkeen saa kiinnittää vain toimittajan ilmoittamiin kaapelikiinnikekiskoihin, asennuskiskoihin ja hyllyihin. Yleisesti kaikki kiinnikkeet pitää aina kiinnittää palonkestävään alustaan. Kuvassa 8 on esitetty tyypillinen kiinnikekisko ja kiskon kiinnitykseen sopiva betoniruuvi. [2; 8.]

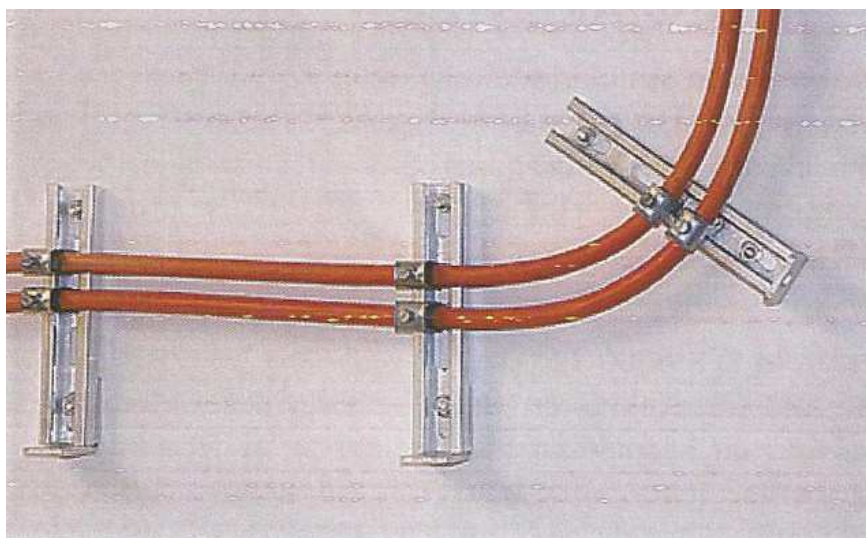
Kuva 8. OBO Bettermann -asennuskisko ja asennuskiskon kiinnitysruuvi [8].

Maksimiasennusväli kiinnikkeille on normaalisti 300 mm, mutta valmistajan toimesta testatuilla hyväksytyillä kiinnikkeillä voi välimatka olla suurempikin. Pystysuorissa asennuksissa on palonaikaisen vetorasituksen pienentämiseksi hyvä taivuttaa kaapeli 3,5 metrin välein ja asentaa se vähintään 0,3 metrin matkalle vaakasuoraan, jonka jälkeen asennusta voidaan taas jatkaa pystysuoraan ylöspäin. Tätä asennustekniikkaa on havainnollistettu kuvassa 9.



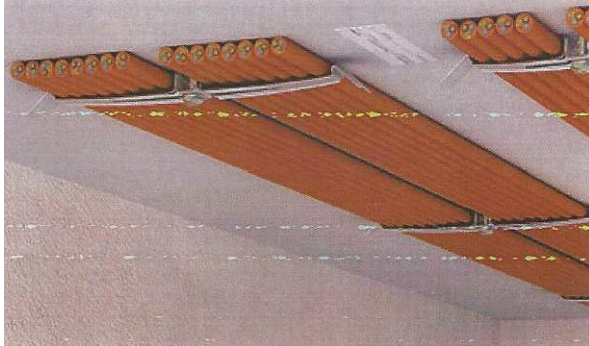
Kuva 9. Vektorasituksen pienentäminen pystysuorassa kaapeliasennuksessa [2].

Jos kaarikiinnikkeen asennuskisko asennetaan pystyyn tai kallelleen, tulee kiskon alareunaan olla asennettuna kulmarauta. Kulmaraudan tarkoituksena on pysäyttää kaapelin ja kaapelikiinnikkeen mahdollinen valuminen kaapelikiinnikkeen vioittuessa. Kuvassa 10 on havainnollistettu kulmarautaa ja sen käyttötarkoitusta. [2; 8.]

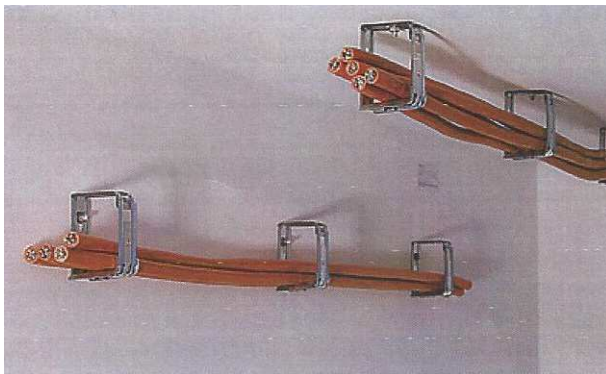


Kuva 10. Kaarikiinnikkeen asennuskiskon kulmarauta [2].

Joskus on asennusreittien ahtauden takia mahdotonta käyttää kaapelihyllyjä. Silloin voidaan käyttää kiinnikkeitä, jotka mahdollistavat kaapelien kiinnittämisen suoraan kattopintaan. Tämäntyyppisten useamman kaapelin kiinnittämiseen tarkoitettujen kiinnikkeiden minimiasennusväli on yleensä hieman suurempi kuin yksittäiselle kaapelille tarkoitettujen kiinnikkeiden. Kuvissa 11 ja 12 on havainnollistettu tämäntyyppisten kiinnikkeiden käyttöä kaapelinippujen kiinnittämisessä katto- ja seinäpintaan. [2.]



Kuva 11. Kaapelit asennettuna suoraan kattopintaan [2].



Kuva 12. Kaapeliniput asennettuna seinä- ja kattopintaan [2].

4.2 Asennustavat

Kaikissa palonkestävissä asennuksissa tulee asennustavasta välittämättä asennus tehdä palonkestävälle ja palonaikaisen kuorman kestävälle alustalle. Järjestelmän palonkestoisuudessa täytyy ottaa huomioon myös alustan palonkestoisuus. Jos alustan paloluokka on E30, ei siihen voida asentaa järjestelmää, jonka paloluokkavaatimuksena on E90. [2; 4, s. 346.]

4.2.1 Uppoasennus

Uppoasenteinen palonkestävä järjestelmä voidaan tehdä sekä paloa kestävämmällä, että palonkestävällä kaapelilla. Jos asennus tehdään paloa kestävämmällä kaapelilla, on materiaalin, johon kaapeli upotetaan, oltava A1-luokiteltua. A1-luokan materiaaleja ovat muun muassa betoni, tiili, kivi ja teräs. A2-luokan materiaaliin upotettaessa on palonkestävyyden saavuttamiseksi käytettävä palonkestäviä materiaaleja. A2-luokan materiaaleja ovat muun muassa kipsilevyt. [2.]

4.2.2 Roiloasennus

Roiloon tehtävässä asennuksessa on hyvä käyttää maksimissaan kolmea kaapelia yhtä roiloa kohden. Seinälle tulisi myös tehdä lujuuslaskenta ja varmistaa sen palonkestävyys. Kun kaapelit on asennettu, on roilo peitettävä 15 mm paksuisella luokan A1- tai A2-materiaalilla. [2.]

4.2.3 Palosuojaus rakennusteknisillä ratkaisuilla

Palonkestävä johtojärjestelmä voidaan toteuttaa uloskäytäviä lukuun ottamatta myös suojaamalla sähköasennukset luokan A2-s1, d0 rakennusmateriaaleilla. Rakennusteknisessä suojauksessa tosin sallitaan lämpötilan nousu +250 °C:seen, mikä yhdessä syntyvän kosteuden takia tarkoittaa sitä, että käytettävän järjestelmän kuormitettavuus on tarkistettava kyseisessä maksimilämpötilassa. [2.]

4.2.4 Uloskäytävien sähköasennukset

Uloskäytävälle, jotka rakentamismääräyskokoelma E1:n mukaan vaaditaan rakennettavaksi omaksi palo-osastokseen, on SFS 6000 -standardisarjassa esitetty erityisiä vaatimuksia. E1:n kohdan 10.5.5 mukaan tällaiseen uloskäytävään ei saa sijoittaa palokuormaa lisääviä, tai savunmuodostuksensa takia henkilöturvallisuutta vaarantavia, tarvikkeita, rakennusosia tai laitteita. [1; 4, s. 120.]

SFS 6000 -standardisarjan mukaan tällaisiin uloskäytäviin voidaan ilman erityissuojauksia sijoittaa vain uloskäytävässä olevia laitteita, kuten valaisimia ja pistorasioita, syöttä-

viä johtojärjestelmiä. Jos käytävään on pakottavia syitä sijoittaa muita kuin edellä mainittuja johtojärjestelmiä, on ne suojattava joko käyttämällä

- johtojärjestelmän kaapeleina käytettävä testausstandardien EN 60332-3 (kaapelien nippupoltto), EN 50267 (kaapelimateriaalin halogeenittomuus) ja EN 61034 (vähäinen savunmuodostus) mukaisia kaapeleita. Tällaisia kaapeleita ovat muun muassa standardien SFS 5544 ja SFS 5546 mukaiset nippuna itsestään sammuvat halogeenittomat kaapelit, tai
- riittävällä määrällä huoltoa ja muutostöitä helpottavilla huoltoluukuilla, tai vastaavilla, varustettuja kuiluja tai vastaavia kaapelinviennin mahdollistavia tiloja. Johtojärjestelmä suojattava luokan A2-s1, d0 (palamaton tai lähes palamaton) rakennustarvikkeilla tehdystä EI 30 palonkestävyysluokan rakenteella, tai
- käyttämällä menetelmää, josta on olemassa puolueettoman tutkimuslaitoksen puoltava lausunto. [4, s. 120.]

Tällaiseen uloskäytävään ei saa myöskään sijoittaa kuin uloskäytävän turvallisuutta palvelevia jakokeskuksia. Jos turvallisuutta palvelemattoman jakokeskuksen sijoitus uloskäytävään on kuitenkin välttämätöntä, on se suojattava EI 30 -palonkestävyysluokan mukaisella, A2-s1, d0 -luokan rakenteella. [2.]

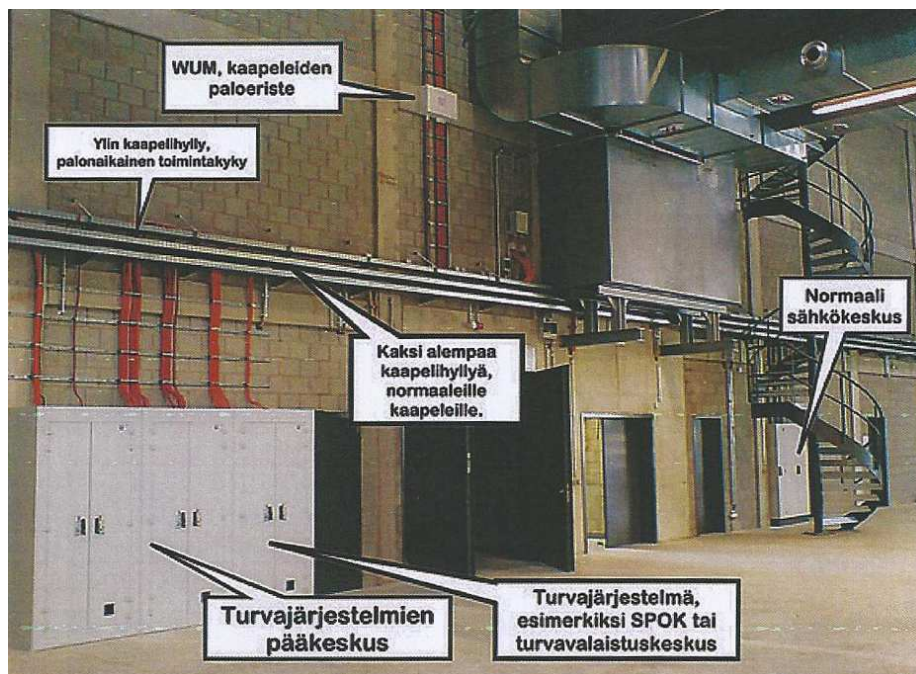
4.3 Keskukset ja koteloinnit

Standardin SFS 6000-5-56 kohdan 560.5.2 mukaan palotilanteissa toimimaan tarkoitettun turvajärjestelmän laitteilla on oltava joko laiterakenteen tai asennuksen avulla saatua palonkestävyys riittävän pitkän ajan [4, s. 342].

Jos valmiiksi palonkestävää ja hyväksyttyä keskusta ei ole saatavilla, voidaan palonkestävyys taata koteloinnilla. Kotelointia varten tarvitaan tiedot laitteiden ja laitteistojen ulkomitoista, niiden sallituista ympäristöolosuhteista sekä häviötehoista normaaleissa ja palonaikaisissa olosuhteissa. Mitoitus voidaan perustaa esimerkiksi jakokeskusstandardin mukaiseen SFS-EN 60439-1:n tyyppimitoitukseen. Keskusta muutettaessa on koteloinnin mitoitus aina tarkistettava. Suurin ongelma palonaikaisilta olosuhteilta suojaamisessa on kosteuden hillitseminen. [2.]

Turvajärjestelmiä syöttävä keskus tulee olla erillinen, palonkestävä jako- tai ryhmäkeskus. Keskus on hyvä sijoittaa erilleen normaalisyötön keskuksesta, mielellään omaan palokuormattomaan tilaan. Kuvassa 13 on havainnollistettu normaalisyötön ja turvajärjestelmien keskusten sijoittamista samassa tilassa.

Keskusta voidaan syöttää normaalisti pääkeskuksesta tai suoraan syöttökaapelista ennen pääkytkintä, tällöin pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävät tulee merkitä selkeästi ja näkyvästi. Tällaisia kytkentöjä on tehty ennen uusia standardejakin ja kytkentää havainnollistamaan olen liittänyt mallikuvan liitteeseen 2. Jos turvajärjestelmien keskusta syötetään pääkeskuksen pääkytkimen kautta, on turvajärjestelmien kytkinlaitteiden oltava fyysisesti erotettu normaalisyötön asennuksen komponenteista. Molemmissa vaihtoehtoissa on turvajärjestelmien keskuksen syöttökaapeli toteutettava palonkestävästi. On myös hyvä miettiä sitä, suojataanko pääkytkin ja pääsyöttökaapeli palonkestävästi. Lähinnä tämä tarkoittaa sitä, kuinka suuret kustannukset palonkestävästä pääkytkimestä ja pääsyöttökaapelista muodostuu ja kokeeko tilaaja lisäkustannukset tarpeelliseksi. Turvajärjestelmiä syöttävästä keskuksesta löytyy mallikuva liitteestä 3. [2; 4, s. 342.]



Kuva 13. Turvajärjestelmien keskukset sijoitettuna erilleen normaalin syötön keskuksesta [2].

4.4 Dokumentointi ja merkintä

4.4.1 Dokumentointi

Palonkestävistä sähköasennuksista on toimitettava tavallisten sähköasennuksista vaadittamien dokumenttien lisäksi kopiot alkuperäisistä asennettujen järjestelmien testausdokumenteista, erillinen asennustodistus jokaisesta kohteeseen asennetusta turvajärjestelmästä ja niihin liittyvistä johtojärjestelmistä komponenttiluetteloineen ja lisäksi kaikki palonkestävät asennukset ja niihin liittyvät johtojärjestelmät kattava ja yksilöity luettelo kaikista palonkestävän johtojärjestelmän komponenteista. [2.]

Uuden standardin mukaan kaikista sähköturvallisuuteen liittyvistä asennuksista on myös oltava käytettävissä tarkat sijaintitiedot sisältävät piirustukset, joista tulee ilmetä kaikkien sähkölaitteiden ja jakokeskusten sijainti laitenimikkeineen, erityisten kytkin- ja ohjauslaitteiden sijainti, sekä turvajärjestelmän laitteiden sijaintitiedot ryhmäjohtoineen, yksityiskohtatietoineen ja käyttötarkoituksineen. [4, s. 345.]

Turvajärjestelmän tehonlähteistä on esitettävä yleiskaavion lisäksi yksityiskohtaiset tiedot jakokeskuksen läheisyydessä. Esitysmuodoksi näissä tiedoissa riittää yksiviiva-kaavio. [4, s. 345.]

4.4.2 Merkintä

Palonkestävä johtojärjestelmä ja turvajärjestelmien laitteistot on merkittävä selkeästi tunnistetiedoilla. Merkinnästä tulee käydä ilmi palonkestävän johtojärjestelmän tai laitteistojen standardinmukaisuus, päivämäärä, paloluokka ja asennuksen suorittanut yritys. [2.]

5 Turvajärjestelmät uudessa standardissa

Tähän lukuun olen sisällyttänyt kaikki uuden turvajärjestelmiä koskevan standardin vaatimukset. Tässä luvussa ei pyritä niinkään ohjeistamaan, vaan kertomaan yksityiskohtaisesti vaatimusten sisältö. Kaikki tässä osassa käytetyt lähdeviitteet löytyvät standardin SFS 6000 osasta 5-56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät.

Uudessa SFS 6000 -standardisarjassa turvajärjestelmiä koskeva SFS 6000-5-56 -standardi on uusittu täysin. Se sisältää yleiset vaatimukset turvajärjestelmille, sähkösyöttöjärjestelmien valinnalle ja asentamiselle ja turvajärjestelmien teholähteille. Standardi on tehty eurooppalaisen CENELEC HD 60364-5-56: 2010 + A1:2011:n pohjalta. [4.]

SFS 6000-5-56 ei käsittele räjähdysvaarallisten tilojen (BE3) asennuksia, eikä sen soveltamisalaan kuulu varavoimajärjestelmät, jotka on tarkoitettu toiminnan takia ylläpitämään syöttöä sähköasennukseen tai sen osaan silloin, kun normaalisyöttö katkeaa. [4.]

5.1 Yleistä

Tulipalon lisäksi turvajärjestelmien saatetaan vaatia toimivan muinakin tarpeellisina aikoina kuten laaja ja paikallinen sähkönsyötön häiriö. Jotta nämä vaatimukset täytettäisiin, tarvitaan turvajärjestelmille erityisiä teholähteitä, laitteita, piirejä ja johtoja. Vaatimukset standardien mukaisen järjestelmän toteutukseen voivat vaihdella sen mukaan, mikä on viranomaisvaatimusten tai haltijan omien perusteiden mukainen tarve. Standardi ei määrittele tarvetta, vaan tarpeellisen ja asianmukaisen toteutuksen erilaisien tilanteiden ja vaatimusten täyttämiseksi. [4.]

5.2 Turvajärjestelmäkäyttöä erityisvaatimuksilla

Yleisten vaatimusten lisäksi joillain käytöillä on omia erityisvaatimuksiaan. Tämä tarkoittaa sitä, että jo suunniteltaessa tällaisia järjestelmiä on otettava huomioon yleisten vaatimusten lisäksi erityisvaatimukset ja niiden vaikutukset koko järjestelmään. [4.]

5.2.1 Palotilanteissa toimivaksi tarkoitetut turvajärjestelmät

Palotilanteissa toimivaksi tarkoitetuille turvajärjestelmille standardi asettaa kaksi erityisvaatimusta. Ensimmäinen vaatimus on tehonlähde, joka on valittava niin, että se ylläpitää sähkönsyöttöä riittävän pitkän aikaa. Käytännössä viranomaiset ovat määrittäneet kuinka pitkään järjestelmän on säilytettävä toimintakykynsä ja tehonlähde on mitoitettava tämän vaatimuksen täyttäväksi. Yleensä sähköinen tehonlähde on lisäys normaaliin syöttöön. Toinen vaatimus koskee laitteiden kestävyyttä. Laitteille pitää laiterakenteen tai asennuksen avulla saada riittävän pitkä, vaatimukset täyttävä, palonkestävyysaika. [4.]

5.2.2 Syötön automaattinen poiskytkentä sähköiskulta suojaamisessa

Jos syötön automaattista poiskytkentää käytetään sähköiskulta suojaamiseen, SFS 6000-5-56 -standardin kohta 560.5.3 suosittelee käytettäväksi sellaista vikasuojausmenetelmää, joka ei aiheuta syötön poiskytkentää ensimmäisessä viassa. Lisäksi IT-järjestelmässä on käytettävä jatkuvasti toimivaa eristystilan valvontalaitetta. Laitteen on annettava kuuluva ja näkyvä hälytys ensimmäisestä viasta. Jos vika toistuu, esimerkiksi viiden sekunnin kuluttua ensimmäisestä, on syöttö STUL:n asennussuositusten mukaan katkaistava. [4.]

5.2.3 Vika ohjaus- tai väyläjärjestelmässä

Normaaliasennuksen ohjaus- tai väyläjärjestelmään ilmennyt vika ei saa vaikuttaa vahingoittavasti turvajärjestelmien toimintoihin [4].

5.3 Turvajärjestelmien sähköiset tehonlähteet

Turvajärjestelmien tehonlähteinä voidaan SFS 6000-5-56:n mukaan käyttää

- akkuja
- paristoja
- normaalista syötöstä riippumattomia generaattoreita tai
- erillistä syöttöä jakeluverkosta, joka on tehokkaasti riippumaton normaalista syötöstä [4].

Turvajärjestelmien teholähteet on asennettava niille sopivaan tilaan ja niihin käsiksi pääsy on rajoitettava vain ammattihenkilöihin ja opastettuihin henkilöihin (BA5 tai BA4). Sijoitustiloissa on myös oltava riittävä ilmanvaihto ehkäisemään tehonlähteestä mahdollisesti tulevien pakokaasujen, savun tai höyryn tunkeutuminen alueelle, jossa on ihmisiä. *Sähköiset* tehonlähteet on asennettava sijoitustilaan kiinteästi ja siten, ettei normaalisyötössä esiintyvä vika voi haitallisesti niihin vaikuttaa. [4.]

Normaalilla syötöllä tarkoitetaan syöttöä, joka syöttää rakennuksen tai tilan muita järjestelmiä. Kahta erillistä jakeluverkon syöttöä voidaan käyttää normaalin ja turvajärjestelmien syöttöön vain jos voidaan taata, että ne eivät todennäköisesti vioitu yhtä aikaa. [4.]

Turvajärjestelmien tehonlähteellä on oltava riittävä kapasiteetti syöttämään siihen liitettyjä turvajärjestelmiä. *Sähköistä* tehonlähdettä voidaan kapasiteetin riittäessä käyttää syöttämään muitakin kuin turvajärjestelmiä. Tällöin on kuitenkin oltava varmuus siitä, että turvajärjestelmien tehonsyötön toiminta ei vaarannu tämän takia. Lisäksi muualla kuin turvajärjestelmän piirissä sattuva vika ei saa aiheuttaa minkään turvajärjestelmän piirin syötön keskeytymistä. [4.]

Turvajärjestelmää syöttävän tehonlähteen tilaa pitää valvoa. Näin nähdään syöttääkö tehonlähde turvajärjestelmiä, onko se käyttövalmiudessa tai viallinen. [4.]

5.3.1 Erityisvaatimuksia rinnan toimiville ja toimimattomille tehonlähteille

Jos tehonlähteet eivät voi toimia rinnan, on niiden rinnankäyttö estettävä sopivilla toimenpiteillä. Tällainen toimenpide voi olla esimerkiksi mekaaninen lukitus tai muu vastaava. Sen lisäksi kullekin tehonlähteelle on järjestettävä oma oikosulku- ja vikasuojaus. [4.]

Jos tehonlähteet voivat toimia rinnan, on oikosulku- ja vikasuojauksen toimiminen varmistettava kaikilla mahdollisilla syöttötavoilla, siis silloin kun järjestelmää syötetään rinnan molemmista tehonlähteistä, tai erikseen vain toisesta tehonlähteestä. Kahden toisistaan riippumattomien syöttöjen tapauksessa kannattaa muistaa, että toiminta rinnan voi vaatia erityistoimenpiteitä ja yleensä vähintään jakeluverkkoyhtiön luvan. [4.]

5.3.2 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät

Keskitetyn tehonsyötön järjestelmä tarkoittaa sellaista järjestelmää, joka syöttää tarvittavan varmistustehon keskeisille turvalaitteille ilman lähtötehon rajoitusta. Tämä tarkoittaa sitä, että käytännössä normaalisyötön katketessa syötetään turvajärjestelmiä akkujen avulla. [4.]

SFS 6000-5-56:n mukaan tällaisissa järjestelmissä käytettävien akkujen on oltava suljettuja, tyypiltään huoltovapaita ja raskaaseen teollisuuskäyttöön tarkoitettuja. Esimerkiksi standardin EN 6023 ja sarjan EN 60896 mukaisia akkuja. Käytettävien akkujen suunniteltu minimikäyttöikä pitäisi olla vähintään 10 vuotta käyttölämpötilan ollessa 20 °C. [4.]

Jos keskitettyä tehonsyötön järjestelmää käytetään turvavalaistuksessa, on järjestelmän teholähteen oltava standardin SFS-EN 50171 mukainen. [4.]

5.3.3 Pienen tehonsyötön järjestelmät

Pienen tehonsyötön järjestelmä on käytännössä keskitetyn tehonsyötön järjestelmä, jossa järjestelmän syöttämä teho on rajoitettu 500 W:iin 3 tunnin tai 1500 W:iin 1 tunnin käyttöajalla. SFS 6000-5-56:n mukaan tällaisissa järjestelmissä käytettävien akkujen on oltava kaasutiiviitä tai suljettuja, tyypiltään huoltovapaita ja raskaaseen teollisuuskäyttöön tarkoitettuja. Esimerkiksi standardin EN 6023 ja sarjan EN 60896 mukaiset akut täyttävät nämä vaatimukset. Erona keskitetyn tehonsyötön järjestelmiin, pitäisi pienen tehonsyötön järjestelmissä käytettyjen akkujen minimikäyttöikänä olla 5 vuotta lämpötilan ollessa 20 °C. [4.]

Ja kuten keskitetyn tehonsyötön järjestelmissä, on pienen tehonsyötön järjestelmissä myös käytettävä standardin SFS-EN 50171 mukaista teholähdettä. [4.]

5.3.4 Katkeamattoman tehonsyötön järjestelmät (UPS)

Turvajärjestelmissä käytettävän UPS-järjestelmän on standardin SFS 600-5-56 mukaan täytettävä neljä vaatimusta:

- Sen on soveltuvasti täytettävä UPS-järjestelmiä koskevien standardien EN 62040-1 tai EN 62040-3 vaatimukset.
- Järjestelmän on täytettävä yllä käsitellyt keskitetyn tehonsyötön järjestelmää koskevat vaatimukset.
- UPS-järjestelmän on pystyttävä saamaan aikaan ryhmäjohtojen suojalaitteiden toimiminen. Käytännössä sen on siis muun muassa pystyttävä tuottamaan tarpeeksi suuri oikosulkuvirta.
- Järjestelmän on pystyttävä käynnistämään turvajärjestelmien laitteet toimiesaan hätätilanteessa akuista syötettyjen invertterien kautta. [4.]

5.3.5 Generaattorit turvajärjestelmien teholähteenä

Turvajärjestelmän teholähteenä generaattoreille ei yleisten teholähdevaatimusten lisäksi ole muita erikoisvaatimuksia kuin se, että generaattorin on täytettävä generaattoreita koskevan standardin ISO 8528-12 vaatimukset. [4.]

5.4 Turvajärjestelmien piirit

Turvajärjestelmien piirillä tarkoitetaan sähköpiiriä, joka on tarkoitettu käytettäväksi osana turvajärjestelmien sähkönsyöttöverkkoa. Piiri kattaa käytännössä koko järjestelmän aina tehonlähteeltä kulutuskojeelle saakka. [4.]

5.4.1 Yleistä

Turvajärjestelmiä syöttävän piirin pitää säilyttää toimintakykynsä vaatimusten määrämän ajan. Muut piirit eivät saa vaikuttaa turvajärjestelmiä syöttävien piirien toimintaan millään tavalla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mikään tapahtuma tai muutos missään toisessa järjestelmässä ei saa vaikuttaa turvajärjestelmän oikeanlaiseen toimintaan. [4.]

Tämän takia turvajärjestelmien piirit on kytkentöjen lisäksi fyysisesti erotettava normaalin syötön piireistä. Tämä voidaan toteuttaa erilaisilla asennusreiteillä, koteloinnilla ja erottamisella palonkestävillä materiaaleilla. Turvajärjestelmien piirit eivät missään

tapauksessa saa kulkea räjähdysvaarallisten tilojen (BE3) läpi. Piirit saavat kulkea palovaarallisten tilojen (BE2) läpi ainoastaan, jos ne ovat palonkestäviä. Palovaarallisten tilojen läpi piirejä ei kuitenkaan tulisi kuljettaa muuten kuin pakon edessä. Paloalueiden välisten läpivientien on oltava ETA-hyväksynnän mukaisia ja varustettu CE-merkinnällä tai luokiteltuja ja sertifioitu standardin EN 13501-2 mukaisesti. [4, s. 228.]

5.4.2 Suojaus sekä kytkin- ja ohjauslaitteet

Jos syötön katkeaminen aiheuttaa ylikuormitusta suuremman vaaran, voidaan ylikuormitussuojaus jättää pois. Tällaisia piirejä ovat muun muassa piirit, jotka syöttävät palonsammutusjärjestelmää tai murto- tai kaasuhälytysjärjestelmää. Jos ylikuormitussuojaus jätetään pois, on sitä valvottava esimerkiksi ylikuormitussuojaushälytystä käytämällä. [4.]

Ylivirtasuojan valinnassa ja asennuksessa on otettava huomioon se, että ylivirta yhdessä piirissä ei saa huonontaa muiden turvajärjestelmäpiirien oikeanlaista toimintaa.

Kahdesta erillisestä piiristä eri teholähteillä syötettävän kulutuslaitteen yhdessä piirissä esiintyvä vika ei saa vaikuttaa sähköiskulta suojaukseen eikä huonontaa toisen piirin oikeaa toimintaa. Jos tällainen kulutuslaite tarvitsee suojajohtimen, on se liitettävä molempien piirien suojajohtimeen. [4.]

Ja kuten turvajärjestelmien sähköiset teholähteet, on kytkin- ja ohjauslaitteet sijoitettava tiloihin, joihin on pääsy vain ammattitaitoisilla ja opastetuilla henkilöillä (BA4 tai BA5). Sen lisäksi ne on merkittävä selkeästi. [4.]

Käytettäessä kulutuslaitteita kytkemällä ne suoraan pääkeskukseen ennen pääkytkintä, on pääkeskus varustettava kilvellä joka varoittaa pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävistä osista ja paikasta, missä nämä osat tarvittaessa saadaan jännitteettömäksi. Lisäksi tällaiset asennukset suositellaan asennettavaksi omaan kennoon/kenttään, jotta muu keskus on mahdollista huoltaa turvallisesti. Ja on muistettava, että ennen pääkytkintä otetun syötön energiamittauksesta on sovittava erikseen jakeluyhtiön kanssa. [4.]

5.4.3 Asennus

Jos turvajärjestelmien piireissä käytetään muita kuin metallivaippaisia palonkestäviä kaapeleita, pitää ne erottaa sopivalla tavalla ja luotettavasti riittävän etäälle tai suojaamalla muiden piirien kaapeleista mukaan lukien muiden turvajärjestelmien kaapelit. Vaikka käytettäisiin metallivaippaisia palonkestäviä kaapeleita, on nekin erotettava normaalin syötön piiriin kuuluvista järjestelmistä. [4.]

Hissikuiluihin tai muihin hormimaisiin aukkoihin ei saa asentaa muita kuin tilaa palvelevien turvajärjestelmien kaapeleita. Poikkeuksena vaatimukseen on palokunnalle tarkoitettut hissien syötöt. [4.]

5.4.4 Dokumentointi

Turvajärjestelmien teholahteista on yleiskaavion lisäksi esitettävä yksityiskohtaiset tiedot, joita ylläpidetään ja säilytetään jakokeskuksen läheisyydessä. Standardin mukaan yksiviivapiirustus on tarkoitukseen sopiva esitysmuoto. [4.]

Kaikista kiinteästi turvajärjestelmien syöttöön liitetyistä kulutuskojeista on oltava luettelo josta käy ilmi mitoitusvahvuudet, mitoitusvirrat, käynnistysvirrat ja käynnistysajat. Tämä luettelo voidaan myös sisällyttää kaavioihin. [4.]

Sähköisten turvajärjestelmien ja toimilaitteiden käyttöohjeet, joihin on sisällytetty kaikki asennusten yksityiskohdat, on oltava saatavilla. [4.]

Näiden lisäksi SFS 600-5-56 vaatii, että käytössä on oltava sähköturvallisuuteen liittyvistä asennuksista piirustukset, joista löytyy tarkat sijaintitiedot

- kaikista sähkölaitteista ja jakokeskuksista laitetunnuksineen,
- turvajärjestelmien toimilaitteista ryhmäjohtotietoineen, yksityiskohtatietoineen ja käyttötarkoituksineen ja
- turvajärjestelmien erityisistä kytkin- ja valvontalaitteista (esim. kenttäkytkimet, näyttö- ja äänivaroittimet). [4.]

5.5 Akkuasennukset

Akkuasennuksissa vaatimuksena on standardin SFS-EN 50272-2 täyttäminen. Standardi SFS-EN 50272-2 käsittelee akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimuksia ja tarkemmin paikallisakkuja. [4.]

5.6 Johtojärjestelmät

5.6.1 Yleistä

Standardin astuessa voimaan on ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla ehkäistään maahan asennettujen piirien kaivamisesta aiheutuvat vahingot. Sitä, millaisiin toimenpiteisiin on ryhdyttävä, ei standardi ota kantaa. [4.]

5.6.2 Kaapelointi ja asennus

Tulipalon aikana toimivaksi tarkoitettussa turvajärjestelmässä on vaatimusten mukaan käytettävä jotain seuraavanlaisista johtojärjestelmistä:

- mineraalieristeisiä IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaisia kaapeleita
- palonkestäviä EN 50200 tai EN 50362 ja EN 60332-1-2 mukaisia kaapeleita tai
- johtojärjestelmää, joka on suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta. [4.]

Vaatimuksen voi täyttää esimerkiksi rakenteellisella, mekaanisen suojauksen ja palosuojauksen säilyttävällä koteloinnilla, tai asentamalla johtojärjestelmän erillisiin palosuojakoteloihin. Koteloinnista kerrotaan enemmän luvussa 4.1.3. [4.]

Edellä kuvatun mukainen johtojärjestelmä on sijoituksessa ja asennuksessa on otettava huomioon se, että piirin jatkuvuus ei saa missään kohti heikentyä tulipalon aikana. Jatkuvuuden aikaansaamiseksi standardi edellyttää kaapelien palonkestävyyden lisäksi seuraavia ominaisuuksia:

- liitokset tehdään siten, että ne säilyvät toimivina vaadittavan ajan tai yhtä pitkän aikaa kuin niihin liittyvät kaapelit

- kaapelien kiinnitys tai tuenta pitää järjestää siten, että se kestää vaadittavan ajan tai yhtä kauan kuin kaapeli, jota se tukee. [4.]

Jälkimmäinen vaatimus koskee kaikkia järjestelmän osia kaapelikiinnikkeistä kaapelihyllyihin ja jakorasioihin. Näiden testaamista varten ei kuitenkaan ole olemassa eurooppalaisia standardeja, joten palonkestävyyden osoittamiseksi riittää muiden maiden kansalliset standardit tai tuotteen valmistajalta saadut tiedot palonkestävyyden takaamisesta. [4.]

5.6.3 Tasasähkölähteet

Tasasähköllä mahdollisesti syötettävät piirit on varustettava kaksinapaisella ylivirtasuojalla. Kytkinlaitteiden, joita käytetään sekä vaihtosähkö- että tasasähkölähteistä, pitää olla malliltaan sellaisia, että ne sopivat käytettäväksi kummallakin eri sähkölähteellä. [4.]

5.6.4 Turvajärjestelmien ohjaus- ja väyläjärjestelmät

Turvajärjestelmien ohjaus- ja väyläjärjestelmissä käytetään samoja yllämainittuja vaatimuksia kuin turvajärjestelmien johtojärjestelmissä. Ainoastaan piireissä, joiden toimimattomuudella ei vaikuteta haitallisesti turvajärjestelmien toimintaan, ei käytetä samoja vaatimuksia. [4.]

5.7 Poistumisvalaistus

Poistumisvalaistus on yksi tärkeimpiä turvajärjestelmiä ihmisten turvallisuuden takaamiseksi hätätilanteessa. Sen takia uudessa standardissa on useita vaatimuksia poistumisvalaistussovelluksille. [4.]

5.7.1 Yleistä

Poistumisreittivalaistuksen minimivalaistustaso, vasteaika ja toiminta-aika pitää mitoittaa niin, että rakennuksen evakuointi on mahdollista kyseisessä ajassa. Jos ei ole olemassa kansallisia tai alueellisia määräyksiä, pitäisi valaistusjärjestelmien olla SFS-EN

1838:n mukaisia. Tätä standardia on sisäministeriön asetuksen 805/2005 mukaan noudatettava rakennusten poistumisreittien ja valaistuksen suunnittelussa. [4.]

Turvavalaisimet ja turvavalaisinjärjestelmän piirien laitteet on oltava tunnistettavissa esimerkiksi vähintään 30 mm halkaisijaltaan olevasta punaisesta kilvestä. [4.]

Lamppujen on oltava tyypiltään sellaisia, että ne täyttävät määrätyn valaistustason syötön vaihdon aikana. [4.]

5.7.2 Tehonsyöttö

Poistumisvalaistusjärjestelmää voidaan syöttää joko keskitetyn tehonsyötön järjestelmästä, tai se voi olla itsenäisesti toimiva. Itsenäisesti toimiva tarkoittaa sitä, että valaisimissa on oma sisäinen teholähde. [4.]

Jos käytetään keskitettyä tehonsyöttöä, on syötön säilyttävä teholähteestä valaisimille riittävän pitkän ajan tulipalon aikana. Tämä toteutetaan käyttämällä luvun 5, kohdan 5.6.2 mukaista johtojärjestelmää palo-osastojen läpi kulkevaan tehonsyöttöön. Palo-osastojen sisällä valaisimia on joko syötettävä palonkestävillä johtojärjestelmillä tai johdotettava valaisimet vähintään kahdesta erillisestä ryhmästä, jolloin poistumisvalaistus säilyy yhden piirin vioittuessa. [4.]

5.7.3 Suojaus sekä kytkin- ja ohjauslaitteet

Jos käytetään erillisiä piirejä syöttämään vaihtoehtoisia valaisimia, on ylivirtasuojat järjestettävät niin, ettei yhdessä piirissä tapahtuva oikosulku keskeytä samalla tai muulla paloalueella olevien toisesta piiristä syötettävien valaisimien syöttöä. [4.]

Yhteen ryhmäjohtoon ei missään tilanteessa saa kytkeä kuin 20 valaisinta, eikä yhteen ryhmäjohtoon kytkettyjen valaisimien kokonaisvirta saa ylittää 60 %:a ylivirtasuojan mitoitusvirrasta. [4.]

Mikään piirissä oleva jakelu-, ohjaus- tai suojalaite ei saa missään tapauksessa huonontaa piirin jatkuvuutta. Eivätkä ohjausjärjestelmät saa vaikuttaa haitallisesti turvavalis-

tusjärjestelmiin, mikä koskee myös ohjausjärjestelmien tulevia muutoksia. Minkä tahansa vian sattuessa ryhmäjohtossa on kaikkien alueen valaisimien tuotettava suunniteltu määrä valoa. [4.]

Turvavalaistuksen kytkinlaitteet on sijoitettava merkittyihin paikkoihin ja järjestettävä ja asennettava niin, että niitä voi käyttää vai valtuutetut henkilöt. Lisäksi kunkin syöttölähteen kytketty-asento pitää osoittaa sopivassa paikassa. [4.]

5.7.4 Toiminta

Poistumisreittivalaistuksen vähimmäisvaatimuksena on yhden tunnin toiminta-aika, mutta sen on toimittava turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin vaadittavan ajan. Aika määritellään tapauskohtaisesti tilojen käyttötarkoituksen, rakenteellisten ominaisuuksien, tiloissa olevien ihmisten valmiuksien ja muiden poistumisturvallisuuteen liittyvien riskien perusteella. [4.]

Valaistus pitää toteuttaa jatkuvatoimisena, ajoittain toimivana tai molemmat toimitavat yhdistämällä. Jos käytetään ajoittain toimivaa poistumisvalaistusta, on normaalin valaistuksen syöttöä valvottava kyseistä aluetta syöttävästä ryhmäjohtosta, jotta syötön katketessa poistumisvalaistus syttyy automaattisesti. Kaikissa tapauksissa on voitava varmistua siitä, että poistumisvalaistus on toiminnassa silloin kun normaalivalaistuksen syötössä on vikaa. Käytettäessä yhdistettyä jatkuvaa ja ajoittaista käyttöä ne pitää olla mahdollista kytkeä erikseen ja jokaiselle syötönvaihtolaitteelle tulee olla oma valvontalaite. Jatkuva poistumisvalaistus voidaan kytkeä toimimaan yhdessä normaalin valaistuksen kanssa vain jos tilaa ei voida pimentää sen ollessa käytössä tai jos tilat eivät ole jatkuvasti miehittyjä. [4.]

Kun vikatilanteen jälkeen normaali syöttö palautuu jakokeskukseen tai valvottuun piiriin, on ajoittaisen toimintatavan valaistuksen kytkettävä automaattisesti pois päältä. Pois kytkemisessä on otettava huomioon aika, joka normaalivalaistuksen lamput kuluu normaalin valaistustason saavuttamiseen. Jos kuitenkin tilan normaalivalaistus on tarkoituksellisesti pimennetty ennen syötön katkeamista, ei turvavalaistus saa kytkeytyä pois päältä automaattisesti. Keskitetyn kytkennän lisäksi on myös sallittua valvoa ja mahdollisesti kytkeä syöttö sellaisiin rakennuksen osiin, joissa on henkilöitä. [4.]

Sisäministeriön asetuksen 805/2005 mukaan poistumisopasteiden on kaikkialla muualla oltava aina valaistuja, paitsi varastotiloissa joissa ei työskennellä jatkuvasti. Muun poistumisvalaistuksen tulee kytkeytyä päälle kun tavallinen valaistus joutuu epäkuntoon. [4.]

5.8 Palosuojauslaitteistot

Teholähteitä, joita käytetään palon ilmaisemiseen ja palontorjuntaan, on syötettävä erillisellä piirillä tulevasta pääsyötöstä. Jos käytetään pääkytkimen ohitse kytkettyjä piirejä, on ne kytkettävä suoraan pääkeskuksen pääkytkimen syöttöpuolelle. [4.]

Palosuojauslaitteistojen hälytyslaitteet on myös merkittävä selkeästi. [4.]

6 Suunnittelu

6.1 Suunnittelun vaiheet

Suunnittelu on pitkä prosessi ja sisältää monia eri vaiheita. Kaikkia suunnitelman vaiheita on mahdotonta käydä läpi tällaisessa työssä, mutta tässä olen käynyt läpi suunnittelun keskeisimpiä vaiheita uusitun RAKLI TATE 12, talotekniikan tehtäväluettelon, mukaisesti. Kuvista 14, 15 ja 16 näkee, kuinka talotekniikan tehtäväluettelossa on eri suunnitelmavaiheisiin kuuluvat asiakokonaisuudet esitetty.

6.1.1 Ehdotussuunnittelu

Turvajärjestelmien ja palonkestävien sähköasennusten suunnittelun ensimmäinen vaihe on määrittää tarvittava turvajärjestelmien tai muiden palonkestävien sähköasennusten tarve ja laajuus. Tämän tulisi tapahtua jo ehdotussuunnitteluvaiheessa ja siihen pitäisi osallistua koko suunnitteluryhmän yhdessä. Laajuuden määrittämiseen kuuluu sopivat arkkitehdin määrittelemiin tilaratkaisuvaihtoehtoihin soveltuvat palo- ja turvatekniset vaihtoehdot. Selvityksen ensimmäisessä vaiheessa tulisi RAKLI TATE 12, eli talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelon, perusteella kirjata ja hahmotella vaihtoehtoisia rat-

kaisuja muun muassa paloilmoitus-, savunpoisto- ja poistumisvalaistusjärjestelmien toteuttamiseksi. [9.]

<p>D 3.5 Käyttö- ja paloturvallisuusvaihtoehdot</p> <p>Selvitetään yhteistyössä koko suunnitteluryhmän kanssa ne palo- ja turvatekniset vaihtoehdot, jotka soveltuvat arkkitehdin määrittelemiin tilaratkaisuvaihtoehtoihin ja tukevat niitä.</p> <p>Palo- ja turvajärjestelmät. Kirjataan ja visualisoidaan ehdotussuunnitelmavaihtoehdot mm. seuraavasti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vaihtoehtoiset ratkaisut paloilmoitus-, savunpoisto- ja poistumisvalaistusjärjestelmien toteutukselle - vaihtoehtoiset ratkaisut murtoilmaisu- ja henkiloturvajärjestelmien toteutukselle - vaihtoehtoiset ratkaisut palosammutusjärjestelmien toteutukselle <p>RAU-järjestelmät. Kirjataan ja visualisoidaan vaihtoehdot mm. seuraavasti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vaihtoehtoiset ratkaisut savunpoiston ohjausjärjestelmien toteutukselle (mikäli käytetään apuna rakennusautomaatiojärjestelmää) <p><i>Mikäli kyseessä on avointa rakentamismallia noudattava projekti, määritellään erikseen vaihtoehdot kiinteälle rakennukselle ja muuntuville tiloille.</i></p>	<p>Kuvaukset ja luonnokset eri vaihtoehtoista vertailun tai päätöksenteon kannalta riittävällä tarkkuudella</p>
--	---

Kuva 14. RAKLI TATE 12, ehdotussuunnittelun kohta D 3.5. [9.]

Selvityksen toisessa vaiheessa tulisi käydä syntyneet hahmotelmat läpi ja dokumentoida niistä ne vaihtoehdot, jotka ovat toteutuskelpoisia valittuihin arkkitehdin ratkaisuvaihtoehtoihin nähden. [9.]

<p>D 4.2 Ehdotussuunnitelmat</p> <p>Dokumentoidaan ne ratkaisuvaihtoehdot, jotka ovat toteutuskelpoisia valittuihin arkkitehdin ratkaisuvaihtoehtoihin nähden.</p> <p>Sähkö- tele- ja turvajärjestelmät</p> <p>Dokumentoidaan valitut ehdotussuunnitelmavaihtoehdot.</p> <p><i>Mikäli kyseessä on avointa rakentamismallia noudattava projekti, määritellään erikseen ehdotukset kiinteälle osalle ja muuntuvalle osalle. Näiden muuntuvien tila-alueiden maksimiominaisuuksien perusteella määritellään ehdotusvaihtoehdot kiinteille perusjärjestelmille kuten pääjakelu-, tele- ja turvajärjestelmien keskuslaitteille jne.</i></p>	<p>Ehdotussuunnitelma-asiakirjat:</p> <ul style="list-style-type: none"> -järjestelmäkuvaukset toimintaperiaatteineen, joissa on käsitelty esitetyt vaihtoehdot <p>Ehdotussuunnitelma-asiakirjat (SÄH, TEL, TUR):</p> <ul style="list-style-type: none"> -tarvittavat piirustukset ja leikkaukset niistä osin kun ne liittyvät vaihtoehtojen esittämiseen -tyyppitilojen valaistus- ja kalustusperiaatteet -alustavat järjestelmäkaaviot esitetyille vaihtoehdoille
--	--

Kuva 15. RAKLI TATE 12, ehdotussuunnittelun kohta D 4.2. [9.]

6.1.2 Yleissuunnittelu

Ehdotussuunnitelman jälkeen alkaa yleissuunnittelu, jossa ehdotussuunnitelmasta kehitetään toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelmaan sisältyy muun muassa järjestelmäkuvaukset toimintaperiaatteineen, asemapiirustus, tasopiirustukset pääjohdoreitein ja tarvittavat leikkaukset, jakelukaaviot, järjestelmäkaaviot ja alustavat laiteluettelot. [9.]

E 4	Suoritus	
E 4.1	Yleissuunnitelma-asiakirjat	
	Laaditaan yleissuunnitelmapaketti, jossa huomioidaan kiinteät rakennusosat ja muuntuvat tila-alueet.	
	Sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien ratkaisujen dokumentointi mm. seuraavasti: <ul style="list-style-type: none"> - tila- ja suojaluokitukset tai niiden vaihtelumahdollisuudet - valaistusratkaisut tyyppitiloille tai niiden vaihtelumahdollisuudet - ryhmitys- ja mittausalueet tai niiden vaihtelumahdollisuudet - maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt - jakelujärjestelmät tai niiden vaihtelumahdollisuudet - varmennetut ja keskeytymättömät jakelut tai niiden vaihtelumahdollisuudet - ohjaustarpeet ja ratkaisut tai niiden vaihtelumahdollisuudet - tele- ja turvajärjestelmien järjestelmäkaaviot 	Sähkö-, tele- ja turvasuunnittelu: <ul style="list-style-type: none"> - järjestelmäkuvaukset toimintaperiaatteineen - asemapiirustus - tasopiirustukset pääjohtoreitein ja tarvittavat leikkaukset - jakelukaaviot - järjestelmäkaaviot - alustavat laiteluettelot

Kuva 16. RAKLI TATE 12, yleissuunnittelun kohta E 4.1. [9.]

Osaksi yleissuunnittelua kuuluu myös eri suunnittelualojen yleissuunnitelmien yhteensopivus ja laadunvarmistus. Suunnitelmat muodostavat näin yhdessä toimivan kokonaisuuden sekä tilankäytöllisesti ja teknisesti. Varsinkin palonkestävissä asennuksissa eri alojen suunnitelmien yhteensopivuus on hyvin tärkeää. Kun yleissuunnitelma on yhteensopiva muiden suunnitelmien kanssa ja se on tavoitteiden mukainen, se voidaan hyväksyttää tilaajalla. [9.]

6.1.3 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupan käsittelyvaiheessa rakennuslupaviranomainen pyytää tarvittaessa pelastusviranomaiselta lausunnon, jossa otetaan kantaa mm. palo- ja henkilöturvallisuuteen, sekä pelastushenkilöstön mahdollisuuksiin toimia onnettomuuden sattuessa [2].

Rakennuslupavaiheessa ensimmäisenä tehtävänä on osallistua viranomais- ja suunnittelukokouksiin. Kokouksen tarkoituksena on varmistaa, että yleissuunnitelmien ratkaisut ovat viranomaisten hyväksyttävissä niin, että rakennuslupaa voidaan suunnitelmien perusteella hakea. [9.]

Kokousten jälkeen aletaan valmistella rakennuslupaasiakirjojen taloteknisiä tietoja. Käytännössä tämä tarkoittaa poistumisvalaistuksen ja paloteknisten ratkaisujen lisäämistä arkkitehdin rakennuslupapiirustuksiin. Rakennusvalvonta edellyttää rakennuslupa-asiakirjoista määriteltävän paloteknisen suojauksen, savunpoiston ja poistumisvalaistuksen ratkaisut. [9.]

6.1.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelu voidaan jakaa hankintoja palvelevien suunnitelmien ja toteutusta palvelevien suunnitelmien laatimiseen. Kun yleissuunnitelmat on vielä kertaalleen tarkistettu ja lähtötietojen mahdolliset puutteet kirjattu, on hankintoja palvelevien suunnitelmien tarkoituksena määrittää rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatu toteutuskustannuksien edellyttämällä tarkkuudella. Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelmista laaditaan valmiit kokonaisuudet, sellaiset kuin niiden on tarkoitus käyttöön otettaessa olla. Toteutussuunnitelmia laadittaessa on niitä myös verrattava muiden alojen suunnittelijoiden suunnitelmiin ja näin taattava yhteensopivuus. Suunnitelmia tarkennetaan aina suunnittelun edetessä, kunnes tilaaja ne hyväksyy. [9.]

6.2 Vastuu

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kustakin erityissuunnitelmasta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma täyttää sille asetetut vaatimukset. Jos suunnitelmaa on laatinut useampi kuin yksi henkilö, on näistä yhden oltava nimetty tämän erikoisalan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi. Lisäksi Suomen rakentamismääräyskoelman A2 mukaan pääsuunnittelijan tulee yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa huolehtia hankkeen laadun ja vaativuuden edellyttämällä tavalla, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja että ne ovat yhteensopivia ja ristiriidattomat. Sähkötöiden standardien ja asennusohjeiden mukaisesta toteutuksesta on vastuu sähkötöiden johtajalla, myös palonkestävien johtojärjestelmien osalta. [10; 11.]

Yhteenvedona suunnitelmien oikeellisuudesta vastaa suunnittelija, suunnitelmien olemassaolosta ja yhteensopivuudesta pääsuunnittelija ja rakennushankkeeseen ryhtyvä ja sähköasennusten teknisestä toteutuksesta sähkötöiden johtaja.

7 Suunnitteluohje

Tämän insinööritöön tarkoituksena oli palonkestävien sähköasennusten läpi käymisen lisäksi laatia Hepacon Oy:n sähkösuunnittelijoiden käyttöön suunnitteluohje palonkestävien sähköasennusten suunnitteluun.

Suunnitteluohjeen pituudeksi toivottiin Hepacon Oy:n toimesta mahdollisimman tiivistä, jotta se olisi helppo pitää tarvittaessa esillä, eikä sen läpi käyminen olisi liian raskasta. Alun perin arvioimme yhden A4-paperiarkin olevan sopivan pituinen suunnitteluohjeeksi. Suunnitteluohjeen sisältöä rakentaessani huomasin, etten millään saa sovitettua kaikkea haluamaani ja tarvitsemaani vain yhdelle arkille. Valmiin ohjeen pituudeksi tuli näin ollen kaksi A4-paperiarkkia, joten uskon sen olevan silti riittävän tiivis ja helppoluinen käytettäväksi työnteon tukena.

Suunnitteluohjeen sisältö hahmottui miettiessäni millaisesta ohjeesta itse hyötyisin palonkestäviä sähköasennuksia suunnitellessani eniten. Uusien standardien myötä useimmat suunnittelijat käyvät päivän kestävässä koulutuksessa perehtymässä uusiin vaatimuksiin. Mielessäni olikin tehdä eräänlainen muistilista keskeisimmistä ja mielestäni tärkeimmistä asioista, joita palonkestäviä järjestelmiä suunnitellessa tulee tarvitsemaan. Valmis suunnitteluohje on liitteenä 1.

8 Pohdinta

Tämän insinööriyön tekeminen lähti tarpeesta yhdistää muuttuvien vaatimuksien sisältö vanhojen vaatimuksien kanssa yhdeksi kokonaisuudeksi. Tarkoituksena oli selvittää palonkestävien johtojärjestelmien toiminta-, suojaus- ja asennusvaatimukset ja koota niistä kattavan tietopaketin lisäksi suunnitteluohje.

Perusperiaatteena palonkestäviä sähköasennuksia suunniteltaessa on materiaali-, asennus- ja sijoitusvalinnoilla taata piirin toimivuus vikatilanteessa vaatimusten määrämien ajan. Vaatimukseen päästään valitsemalla oikean paloluokan ja standardien määräämien vaatimusten mukaiset tarvikkeet ja laitteistot, ja asentamalla ne palonkestävälle alustalle erilleen normaaleista sähköasennuksista. Asentamisessa on noudatettava tarkasti valmistajien antamia arvoja kiinnitysväleistä sekä tarvikkeiden yhteensopivuudesta ja sijoituksesta. Vaikka standardit määrittelevät asennusten vaativuuden, ovat standardit monesti mielestäni hieman suuntaa antavia, jolloin tarkemmat tiedot asennusten toteuttamiseen tuleekin laitevalmistajalta. Käytännössä on siis hyvä tietää, mitä standardi sanoo palonkestävän asennuksen vaatimuksesta ja sen mukaan etsiä valmistajalta sopiva tarvike ja tarkistaa, miten se pitää valmistajan suorittamien testauksien perusteella asentaa, jotta standardin vaatimukset täyttyvät.

Vaikka valmistajalta saakin hyvät tiedot standardien vaatimuksista ja siitä, minkälaisilla tarvikkeilla vaatimukset täyttyvät, on palonkestävien järjestelmien suunnittelu uusien standardien myötä silti haastavaa. Suunnittelijan on varsinkin ahtaisiin tiloihin vaikea saada kahta eri kaapelihyllyä sijoitettua järkevästi, ja vielä niin, että romahtamisvaaran takia palonkestävät johtojärjestelmät olisivat sijoitettuna muiden johtojärjestelmien yläpuolelle. Lisäksi varsinkin korjausrakentamisessa ei välttämättä ole palonkestävää asennusalustaa saatavilla tarvittavissa paikoissa. Se aiheuttaakin suunnittelijalle päänvaivaa, kun hyllyä ei saa millään asennettua tietyissä kohdissa palonkestävälle alustalle niin, että määräykset vaadittavasta minimiasennusvälistä täyttyvät. Kun suunnitelmat ja asennukset ovat valmiita, on suunnittelijan vielä toimitettava normaaleista poikkeavia dokumentteja ja erityissuunnitelman laatijana vastattava suunnitelmansa täyttävän sille asetetut vaatimukset.

Kustannusnäkökulmakin on tärkeässä roolissa. Moni suositeltu, mutta ei pakollinen, asennus jää varmasti tekemättä, kun tilaaja ei välttämättä koe sitä tarpeelliseksi suh-

teessa siihen kuluvaan rahamäärään. Jo tarjouspyyntöä laskettaessa on mietittävä, miten mittavasti palonkestävä järjestelmä toteutetaan. Jos teet sen täydellisenä, toinen suunnittelutoimisto on saattanut tarjota juuri rimaa hipoen standardit täyttävää suunnitelmaa. Tarjousten loppusumma saattaa tilaajaan silmiin näyttää hyvinkin erilaiselta, eikä heitä usein kiinnosta muu kuin se, että määräykset täytetään ja lasku on mahdollisimman pieni.

Uusien lakien, määräysten ja standardien julkaisu tietää paljon uusia opeteltavia asioita. Varsinkin SFS 6000 -standardin kokoisesta kirjasta johonkin tiettyyn osa-alueeseen kuuluvia asiakokonaisuuksia etsiessä, voi helposti vierähtää useampi tovi. Tämän työn lukeminen ja työn tuloksena syntynyt suunnitteluohje toivottavasti helpottaakin suunnittelijoiden työtä uusien määräyksien soveltamisesta suunnitteluun.

Lähteet

- 1 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 2 Palonkestävä johtojärjestelmä sekä palon aikana toimiviksi tarkoitetut sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. 2011. Sähkötietokortisto, ST 51.06. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 3 Kaapelien paloluokat F1, F2, F3 ja F4. Verkkodokumentti. Reka Kaapeli Oy. <<http://www.reka.fi/products/695>> Luettu 14.6.2012.
- 4 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Turvajärjestelmät. 2012. SFS-Käsikirja 600-1. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS RY.
- 5 Palon aikana toimivien Flamerex-kaapeleiden asennusohje. 2012. Verkkodokumentti. Reka Kaapeli. <http://www.reka.fi/files/1461_FLAMEREXasennusohje11052011.pdf> Luettu 15.6.2012.
- 6 Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. 1999. Sähkötietokortisto, ST 51.17. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 7 Hensel sähkönjakelujärjestelmät ja Paloturva tuotteet. 2012. Verkkodokumentti. Optibit Oy. <http://www.eees.ee/FAILID/PDFid/27.05.10/Jukka_Vaatanen.pdf> Luettu 17.6.2012.
- 8 Palonkestävät johtojärjestelmät. 2012. Verkkodokumentti. OBO Bettermann. <http://www.obo-bettermann.com/downloads/fi/prospekte/Palonkestavat_johtojarjestelmat.pdf> Luettu 15.6.2012.
- 9 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, TATE12. 2012. Verkkodokumentti. Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry. <<http://www.rakli.fi/attachements/2012-05-30T13-12-1966.pdf>> Luettu 1.11.2012.
- 10 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 132/5.2.1999.
- 11 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista. 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A2. Helsinki: Ympäristöministeriö.

SUUNNITTELUOHJE:

Palonkestävät sähköasennukset

Perusperiaatteet

- Koko järjestelmän on oltava palonkestävä, teholahteelta kulutuskojeelle asti
- Tarkista vaatimus paloluokasta ja valitse kalusteet sen mukaisesti
- Suunnittelija vastaa itse erityissuunnitelman täyttävän sille asetetut vaatimukset
- Palonkestävän johtojärjestelmän oltava erillään muista asennuksista
- Piirin pysyttävä toiminnassa vaadittavan ajan joka kohdassa
-

Asennus

- Alustan tulee olla palonkestävä ja kestää komponenttien aiheuttama kuorma
- Turvajärjestelmien johtojärjestelmät tulee sijoittaa kaikkien muiden asennusten yläpuolelle
- Kaapelin kiinnitys 300 mm välein
- Pystysuorassa asennuksessa on palonaikaisen vetorasituksen pienentämiseksi 3,5 m välein kaapelia taivutettava ja asennettava se vähintään 0,3 m vaakasuoraan ennen kuin voidaan taas jatkaa pystysuoraan.
- Käytettäessä pystysuoraa asennuksen lisätukea, voidaan pystysuoran asennuksen pituutta kasvattaa 7 metriin.

Turvajärjestelmien keskukset

- Hyvä sijoittaa erilleen muista keskuksista omaan, palokuormattomaan tilaan
- Valmiiksi palonkestävä tai koteloitu SFS-EN 60439-1 mukaisesti.
- Syöttö ja pääkytkin palonkestävästi
- Turvajärjestelmien kytkinlaitteiden oltava fyysisesti erotettu normaalisyötön kytkinlaitteista
- Syöttö otetaan ennen PK:n pääkytkintä suoraan rakennukseen tulevasta syötöstä:
 - o Energian mittauksesta sovittava energiayhtiön kanssa
 - o Keskus varustettava varoituskilvellä mahdollisesti pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jääneistä osista ja paikasta mistä tarvittaessa nämä osat saadaan jännitteettömäksi
 - o Pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävät asennukset suositellaan asennettavaksi omaan kennoon/kenttään
- Syöttö PK:sta pääkytkimen jälkeen:
 - o Turvajärjestelmien kytkinlaitteiden oltava fyysisesti erotettu normaalisyötön kytkinlaitteista
 - o PK:n syöttökaapelin ja pääkytkimen hyvä olla palonkestäviä

Kaapelit

- Käytettävä jotain seuraavista vaihtoehdoista:
 - o Mineraalieristeisiä (IEC 60702-1 ja 60702-2)
 - o Palonkestäviä (EN 50200 tai EN 50362 ja EN 60332-1-2)
 - o Suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta
- Varaa riittävä pituus, jottei palonaikaiset rakenteiden muodonmuutokset vahingoita kaapelia

Kaapelihyllyt

- Palonkestäviä ja normaaleja johtojärjestelmiä ei saa sijoittaa samalle hyllylle, joten:
 - o Erilliset hyllyt
 - o Hylly väliseinämällä / kourulla
- Tarkistettava järjestelmätoimittajalta kaapelihyllyä valittaessa:
 - o Kaapeleiden mahdollinen kiinnitystarve
 - o Paloluokka
 - o Asennustukien maksimiasennusväli
 - o Kaapelihyllyn suurin palonaikainen kuormitus hyllymetriä kohden
- Joitain hyllytyyppejä käytettäessä on valittava kaapelit valmistajan testaustodistuksessa mainittujen kaapeleiden joukosta pistemäisen kuormituksen takia

Johtokanavat/palosuojakanavat

- Käytetään useimmiten uloskäytävissä ja paloa kestävämmien kaapeleiden suojaukseen
- Kanavaan saa asentaa vain valmistajan ilmoittaman määrän kaapeleita
- Kaapelit on kiinnitettävä kanavan sisään valmistajan ilmoittamien ohjeiden mukaisesti

Liitäntä- ja jakorasiat

- Käytettävän palonkestäviä rasioita
- Kaapeli liitetään holkki- tai kalvotiivisteellä:
 - o Holkitiivistettä käytettäessä on kaapelinvalmistajalta tarkistettava käytettävälle kaapelille sallittu suurin tiivisteiden aiheuttama puristusvoima
- Kaapelin lähtiessä tai tullessa rasiaan, on se ensimmäisen kerran kiinnitettävä normaaliasennusvälistä poiketen jo noin 100 mm päähän rasiasta

Kaapelikiinnikkeet

- Tulee käyttää hyväksytyjä kiinnikkeitä, tai sellaisia joiden palonkestävyys voidaan taata
- Maksimiasennusväli tarkistettava järjestelmätoimittajalta, normaalisti 300 mm
- Kaarikiinnikettä käytettäessä tulee kiinnike asentaa vain toimittajan ilmoittamiin kaarikiinnikekiskoihin ja kallelleen tai pystyyn asennettaessa on kiskot varustettava alareunaan tulevalla kaapelin ja kiinnikkeen valumisen estävällä kulmaraudalla

Dokumentointi ja merkintä

- Tavallisten dokumenttien lisäksi toimitettava:
 - o Kopiot alkuperäistä testausdokumenteista mahdollisine käännöksineen
 - o Asennustodistus erikseen jokaisesta turvajärjestelmästä sekä siihen liittyvästä johtojärjestelmästä komponenttiluetteloineen
 - o Kattava ja yksilöity luettelo kaikista palonkestävän johtojärjestelmän komponenteista
- Sijaintitiedot sisältävät piirustukset:
 - o Kaikista sähkölaitteista ja jakokeskuksista laitenimikkeineen
 - o Turvajärjestelmien laitteista ryhmäjohtotietoineen, yksityiskohtatietoineen ja käyttötarkoituksineen
 - o Turvajärjestelmien erityisistä kytkin- ja ohjauslaitteista
- Kaikista turvajärjestelmien syöttöön kiinteästi liitetyistä kulutuskojeista tulee olla luettelo sisältäen:
 - o Mitoitustehot
 - o Mitoitus- ja käynnistysvirrat
 - o Käynnistysajat
- Palonkestävien turvajärjestelmien laitteistot ja palonkestävä johtojärjestelmä tulee merkitä tunnistetiedoilla
 - o Merkintäkilpi

A muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_A		D muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_D															
B muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_B		E muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_E															
C muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_C		F muutos		PIIRUSTUKSEN_MUUTOS_F															
				S	R	T	O	Z	M	L	X	J	I	G	L	E	D	C	B	A	
Dy JAKELULAITE Ab				KESKUS		RYHMÄ		OSOITE		A/A		JOHDIN									
Soraajankatu 13, 00880 Helsinki																					
Puh. 020 7558 700																					
Fax. 020 7558 707																					
Mallikuva, pääkeskus																					
joka syöttää RK-turvaa																					
Pääkaavio																					
Suunn.																					
Piirt.																					
Tark.																					
Keskus																					
Pääkeskus nro																					
Pääkeskus PK																					
Työno																					

